Ausführliches Handbuch

der

PHOTOGRAPHIE

von

Dr. Josef Maria Eder,

kaiserlich königlicher Director der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien, Docent an der k. k. technischen Hochschule in Wien, Mitglied der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch deutschen Akademie der Naturforscher, Ehrenmitglied der Association Belge de Photographie, des Vereins zur Förderung der Photographie in Berlin, des Photographischen Vereines in Berlin, in Wien, in Frankfurt a. M., der Photographic Society of Great Britain, des Photographic Club in London, der London and Provinzial Photographic Association, der deutschen Gesellschaft von Freunden der Photographie in Berlin, des Vereines photographischer Mitarbeiter in Wien, des Club der Amateurphotographen in Graz, der Société Photographique du Sud-Ouest in Angoulême, der Society of Amateur Photographers of New-York, dem Dansk Photographick Forening in Kopenhagen, Inhaber der Goldenen Medaille der Photographischen Gesellschaft in Wien, der Erzherzogin Maria Theresia-Medaille, der gold. Daguerre-Medaille des Club der Amateur-Photographen in Wien, des ersten Preises bei der Internationalen Photographischen Ausstellung in Wien etc.

Mit etwa 1200 Holzschnitten und 12 Tafeln.

Zweite gänzlich umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage.

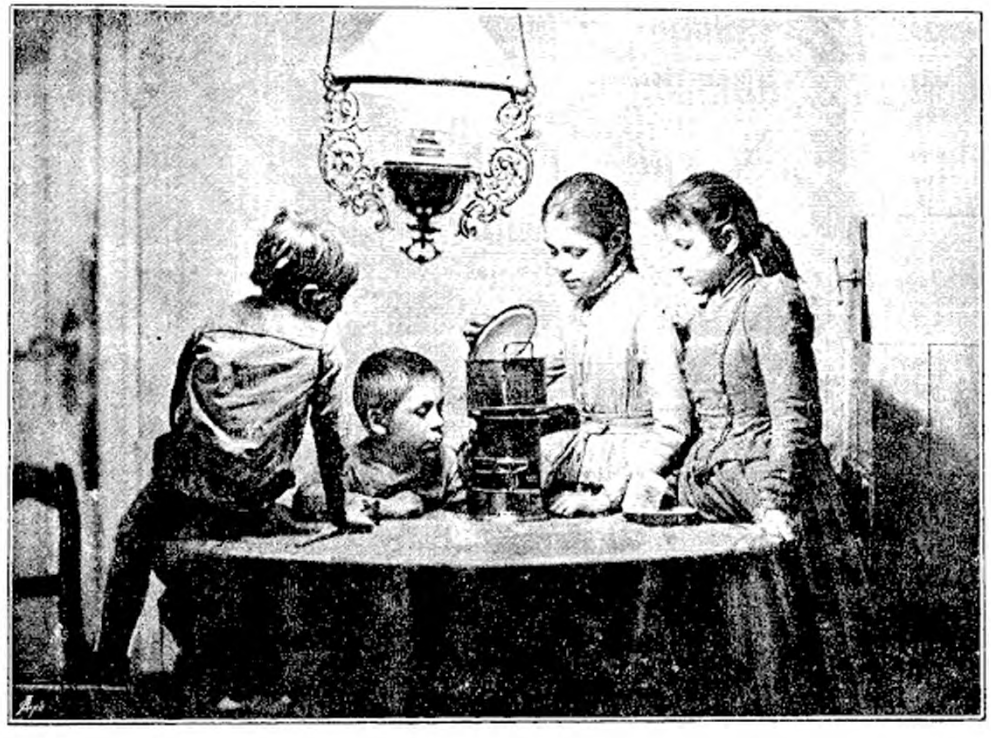
Drittes Heft.

(Ersten Bandes drittes Heft.)

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

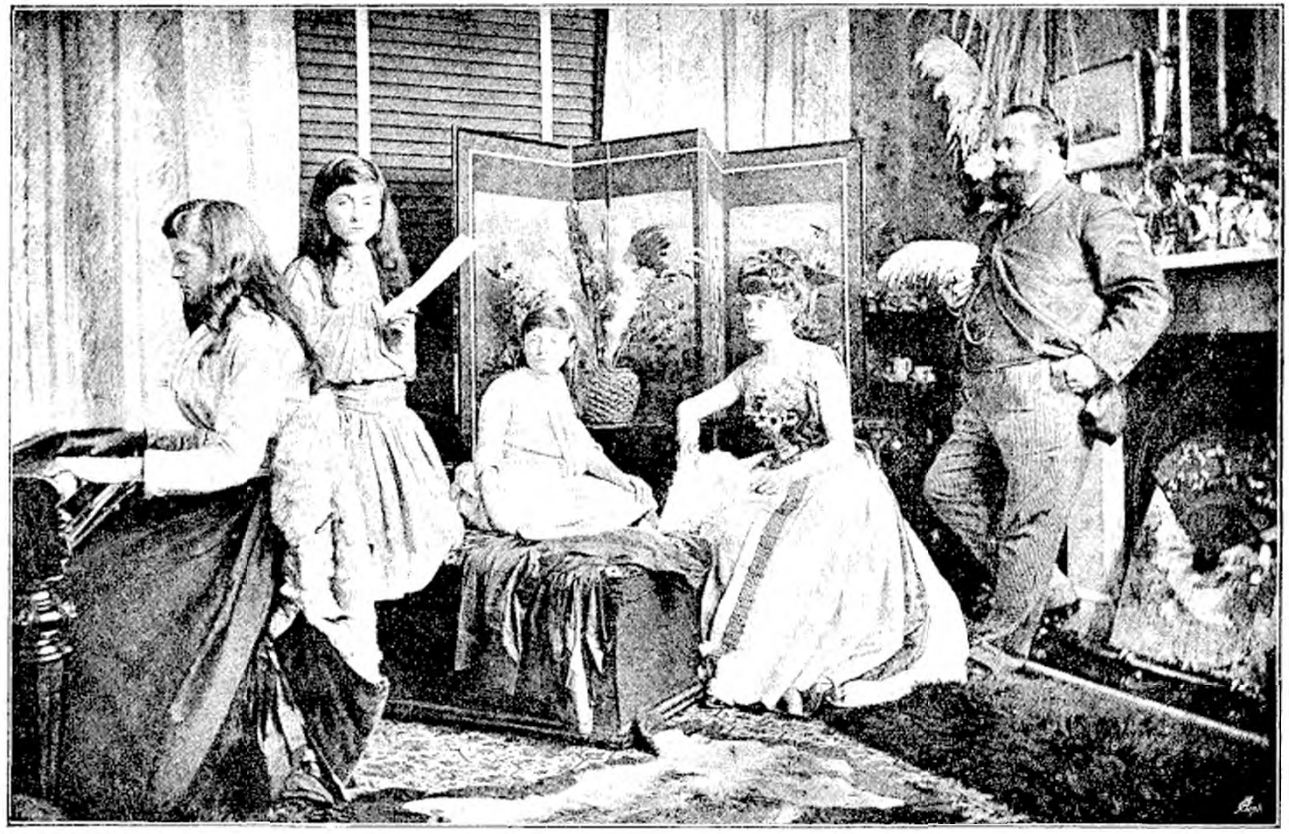
1891.



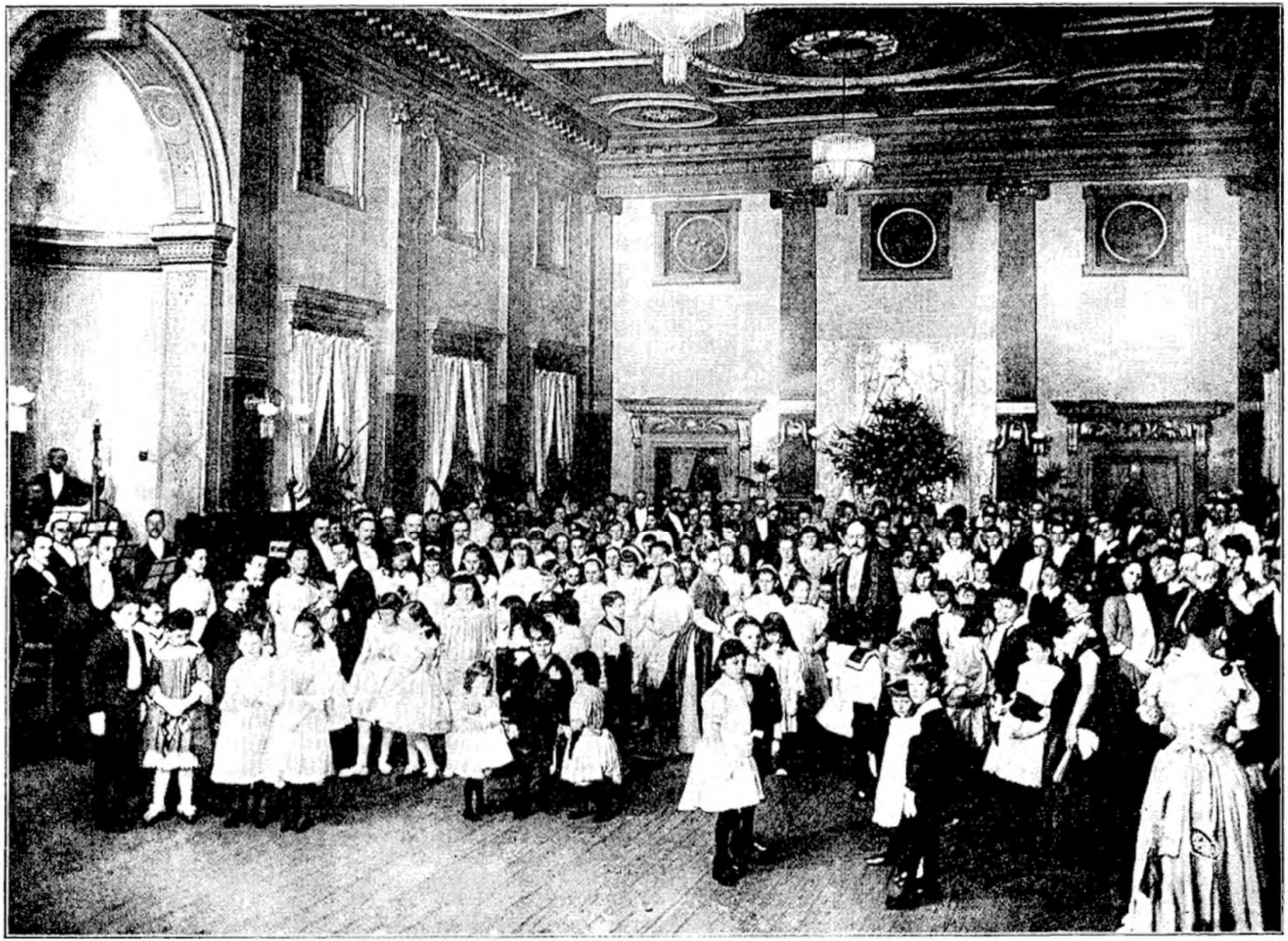
Aufnahme bei Magnesiumblitzlicht von Baltin in Potsdam
mittels Dr. Hesekiels Blitzlampe.

Beilage zu Eder, Handbuch der Photographie. 1. Theil. 2. Auflage.

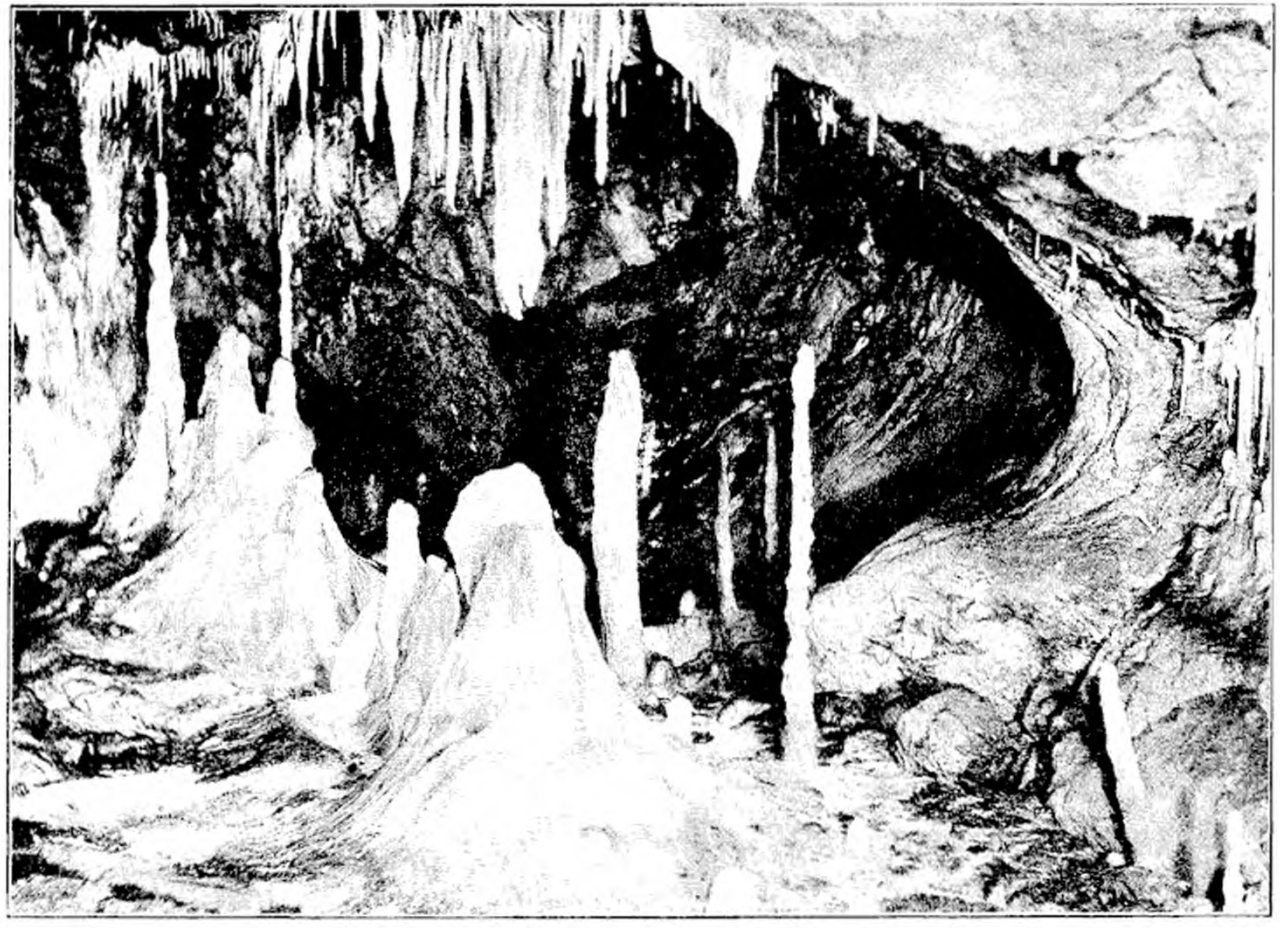
Anordnung von Blitzlampe bei Porträtaufnahme.



Interieur-Aufnahme bei Magnesiumblitzlicht von R. Slingsby in Lincoln.



Aufnahme im Ballsaale mittels Magnesiumblitzlicht von R. Slingsby in Lincoln.



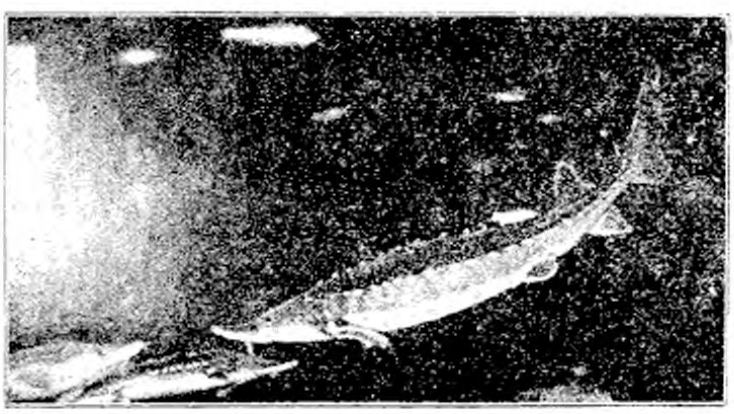
Photographie einer Tropfsteinhöhle bei Magnesiumblitzlicht von Prof. Müller.

Beilage zu Eder, Handbuch der Photographie. I. Theil. 2. Auflage.

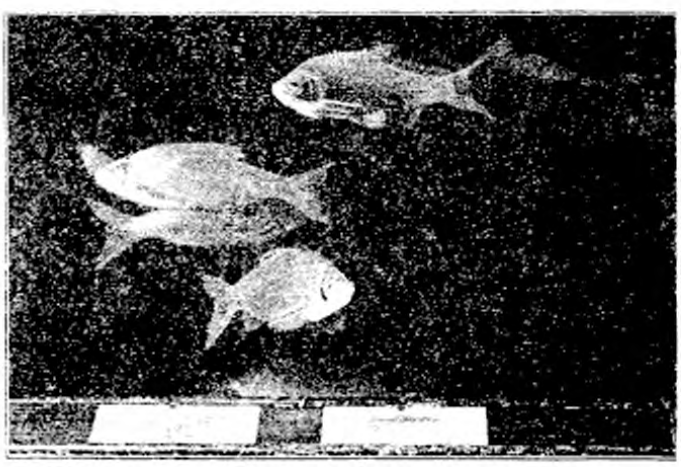
Photographie einer normalen Pupille eines 22jährigen Studenten im Dunkeln.

Photographie einer granulösen Augen-Entzündung.

Aufgenommen von Prof. H. Cohn in Breslau mit Magnesiumlicht im Juni und Juli 1888.



Stör nach unten schwimmend (Acipenser sturio).



Schwimmende Goldfische (Carassius auratus).

Photographien schwimmender Fische im Aquarium mittels Magnesiumblitzlicht von Ernest Cohen in Amsterdam.

Die

PHOTOGRAPHIE

bei

künstlichem Licht.

Von

Dr. Josef Maria Eder,

k. k. Director der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren etc.

Mit 80 Holzschnitten und 6 Tafeln.

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp

1891.

Alle Rechte vorbehalten.

Inhalt des dritten Heftes.

Die Photographie bei künstlichem Licht.

Zehntes Capitel.

Seite

Die Photographie bei künstlichem Licht 451

Verschiedene Helligkeit künstlicher Lichtquellen in optischer und photographischer Beziehung. S. 451. — Optische Helligkeit. S. 451. — Verschiedenheit zwischen optischer Helligkeit und photographischer Wirksamkeit. Bestimmung des Beleuchtungswerthes. S. 452. — Vergleichung der chemischen Leuchtkraft oder photographischen Wirksamkeit verschiedener Lichtquellen. S. 456. — Das elektrische Licht in der Photographie. S. 461. — Das elektrische Glühlicht. S. 463. — Das elektrische Bogenlicht. S. 464. — Geschichtliche Notizen über die Verwendung des elektrischen Lichtes in der Photographie. S. 467. — Porträt-Ateliers mit künstlichem Licht (Nacht-Ateliers). S. 468 — Anwendung des elektrischen Lichtes zum Copiren. S. 480. — Verwendung des elektrischen Bogenlichtes zur Mikrophotographie. S. 487. — Das Magnesiumlicht. S. 488. — Geschichtliches S. 489. — Chemische Leuchtkraft und photographische Wirksamkeit der verschiedenen Arten des Magnesiumlichtes. S. 491. — Bestimmung der Verbrennungsdauer von Magnesium-Blitzlicht. S. 492. — Beleuchtung mittels Magnesiumband. S. 495. — Anwendung des Magnesiumlichtes zum Vergrössern von Negativen, sowie in der Mikrophotographie. S. 498. — Beseitigung des Rauches von brennendem Magnesium. S. 500. — Verbrennung von Magnesiumband in Sauerstoff. S. 501. — Magnesium-Blitzlicht mittels Verbrennen von reinem Magnesiumpulver in einer Flamme. S. 502. — Durchblasen von Magnesiumpulver durch eine Flamme mittels des Mundes. S. 502. — Magnesiumblitzlampe. S. 503. — Durchblasen von reinem Magnesiumpulver durch eine Flamme. S. 503. — Eintragung des Magnesiumpulvers in eine Flamme von oben. S. 511. — Verbrennung von Magnesiumpulver mittels Sauerstoff. S. 512. — Magnesium-Blitzlicht mittels explosiver Mischungen. S. 512. — Mischungen von Magnesium mit Kaliumchlorat. S. 513. — Mischungen von Magnesiumpulver und Salpeter. S. 518. — Verschiedene andere Arten des Magnesium-Blitzlichtes. S. 518. — Porträt- und Gruppen-Aufnahmen. S. 519.

— Interieur-Aufnahmen. S. 522. — Anwendung des Magnesium-Blitzlichtes zu verschiedenen wissenschaftlichen Zwecken. S. 523. — Verwendung des Magnesiumlichtes zum Copiren. S. 524. — Verwendung von Magnesiumlegirungen, Zink und Zinkäthyl zu künstlichem Lichte. S. 525. — Bengalisches Weissfeuer und Verwandtes. S. 526. — Verbrennen von Phosphor und Schwefel. S. 530. — Schwefelkohlenstoff-Stickoxyd-Licht und Verwandtes. S. 531. — Schwefelkohlenstoff-Licht. S. 531. — Chromchlorid-Licht. S. 533. — Aluminiumlicht. S. 534. — Oxy-Hydrogen-Kalklicht und Verwandtes. S. 534. — Kerzen-, Lampen- und Gaslicht. S. 543. — Kerzen, Petroleum, Gas etc. an der Luft verbrennend. S. 543. — Vergrösserungsapparat mit Petroleum-, Gas- oder Gasglühlicht. S. 547. — Petroleum, Gas etc. in Sauerstoff verbrennend. S. 556. — Phosphorescenz-Licht. 557. — Allgemeines über phosphorescirende Substanzen. S. 557. — Phosphorographien. S. 561. — Photographien mittels Phosphorescenz-Licht. S. 561.

Die Photographie bei künstlichem Licht.

„So viel ist nun klar, dass das Licht unserer Verbrennungsprocesse dem Chlorsilber dieselbe Farbe mittheilt, wie das Sonnenlicht, nur zeigt sich der Unterschied, dass das erstere längere Zeit braucht und keine so dunkle Farbe hervorbringt, wie das letztere."

Vasalli. 1792.

(Mémoires de l'Academie royale de Turin. 1793. S. 186.)

ZEHNTES CAPITEL.

DIE PHOTOGRAPHIE BEI KÜNSTLICHEM LICHT.

Literatur:

Stein, Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung. 1877. — Becquerel, La lumière. 1868. — Muspratt, Encyclopädisches Handbuch der technischen Chemie. 1877. Bd. 4. — Bollay, Das Beleuchtungswesen. — Vierordt, Anwendung der Spectralanalyse zur Messung und Vergleichung der Stärke des farbigen Lichtes. 1871. — Vierordt, Anwendung der Spectralanalyse zur Photometrie. 1877. — Vierordt, Quantitative Spectralanalyse. 1877. — Bunsen und Roscoë, Poggendorff's Annalen der Physik. 1859. Bd. 108, S. 266. — Nadar (Aufnahmen bei elektrischem Licht), Kreutzer's Zeitschrift f. Photographie. 1861. Bd. 3, S. 212; 1863. Bd. 7, S. 5 und 48. — H. W. Vogel (Elektrisches Licht, Magnesiumlicht und Sell'sche Lampe), Photographische Mittheilungen. Bd. 11, S. 232; Bd. 16, S. 187; Bd. 18, S. 216. — Sell (Stickoxyd-Schwefelkohlenstoff-Licht), Comptes rendus. Bd. 59, S. 1078. Dingler's Polytechn. Journal. Bd. 214, S. 483. Fortschritte der Physik. 1874. S. 602.

I. Verschiedene Helligkeit künstlicher Lichtquellen in optischer und photographischer Beziehung.

A) Optische Helligkeit.

Die verschiedenen zu Beleuchtungszwecken dienenden Lichtquellen geben Licht von sehr verschiedenen Helligkeitsgraden und beleuchten demgemäss die Lichtquellen für das menschliche Auge mehr oder weniger hell. Wenn man von hellem oder grellem Lichte spricht, so ist solches gemeint, welches dem menschlichen Auge hell, d. i. „optisch hell", erscheint. Da hierbei wesentlich die physiologische Beschaffenheit des Auges in Betracht kommt, so spricht man auch von einer „physiologischen Leuchtkraft" der Lichtquellen, im Gegensatz zu der „chemischen oder photographischen".

Eine Uebersicht über die optische Helligkeit verschiedener Lichtquellen mögen folgende Tabellen geben, welche nach den Angaben von Bunsen, Roscoë, Pohl, Marx, Tieftrunk u. A. zusammengestellt sind:

		Helligkeit in Kerzen
Elektrisches Licht einer Dynamomaschine	Bogenlicht: gewöhnlich	200—400
	Bogenlicht: eventuell bis	1300—6000
	Glühlicht: Edison- oder Swan'sche Lampe	10—20
Licht von 40 Grove'schen Elementen		360
„ „ 48 Bunsen'schen Elementen		380
Kalklicht, Zirkon- oder Magnesialicht mittels Sauerstoff und Leuchtgas bei gewöhnlichem Druck		23—90
Kalklicht unter $3^1/_2$ Atmosphären Druck		790
Brennendes Magnesium (mittels Draht von 0.297 mm Durchmesser)		74
Magnesiumlicht von stärkerem Draht		100—200
Oellampe		10—11
„ mit Sauerstoff angefacht		60
Leuchtgasflamme im Fischschwanzbrenner		6—10
„ im Argandbrenner		16—17
Petroleumlampe, Flachbrenner		5—7
„ Rundbrenner (15 mm Durchmesser)		6.5
„ „ (25 mm Durchmesser)		14
Siemens' Regenerativ-Rundbrenner (III)		90—100
Normalwachs- oder Paraffinkerze		1
Talgkerze		0,7—0.9

Wie wenig hell die meisten Arten von künstlichem Lichte sind, zeigt am deutlichsten die Vergleichung mit dem Sonnenlichte, welches nach Bouguer die Helligkeit von 62177 Wachskerzen hat, während das Licht des Vollmondes nur $^1/_{600000}$ bis $^1/_{300000}$ von jenem der Sonne zeigt.

B) Verschiedenheit zwischen optischer Helligkeit und photographischer Wirksamkeit. — Bestimmung des Beleuchtungswerthes.

Bei Versuchen, Photographien bei künstlichem Lichte herzustellen, ergibt sich, dass manches unserem Auge sehr hell erscheinende Licht auf photographische Platten oder sonstige lichtempfindliche Präparate sehr wenig oder gar nicht einwirkt, wie bereits auf S. 105, 238, 274 u. 280 auseinandergesetzt wurde. Dagegen sind manche blassblaue Flammen von bedeutender photochemischer Wirkung, und eignen sich daher zur Beleuchtung von Gegenständen, welche photographirt werden sollen, sehr gut. Man sagt, solche Lichtquellen geben eine bedeutende „chemische Beleuchtung" oder sie haben eine grosse „chemische oder photographische Leuchtkraft".

Bunsen und Roscoë wenden in ihren Abhandlungen den Ausdruck „chemische Beleuchtung", „chemische Leuchtkraft", „chemische Helligkeit", „chemischer Glanz" in einem ganz bestimmten Sinne an. Unter chemischer Beleuchtung verstehen sie die Menge chemisch wirksamen Lichtes, welche senkrecht auf eine Ebene fällt. Die chemische Leuchtkraft verschiedener als Punkte zu betrachtender Lichtquellen wird nach Bunsen und Roscoë gemessen durch die chemische Wirkung, welche die Strahlen derselben zu gleichen Zeiten und gleichen Entfernungen ausüben. Mit chemischer Helligkeit oder chemischem Glanz wird bezeichnet die senkrecht von einer leuchtenden Fläche auf ein Flächenelement auffallende, photochemisch gemessene Lichtmenge, dividirt durch die scheinbare Grösse der leuchtenden Fläche.

Zöllner[1]) versteht mit dem Worte „Intensität" oder „Leuchtkraft" eine Zahl, welche die von der Flächeneinheit ausgesandte Lichtmenge eines selbstleuchtenden oder beleuchteten Körpers als Vielfaches einer bestimmten als Einheit angenommenen Lichtmenge ausdrückt.

Seit der allgemeinen Einführung der künstlichen Beleuchtung zur Photographie entstand das Bedürfniss, klare und deutliche Angaben über den Beleuchtungswerth der benutzten Lampen und erhellten Flächen zu machen. Hierzu empfiehlt sich der Begriff der „Meter-Kerzen-Helligkeit" (M K), welcher zuerst von H. Cohn bei seinen Untersuchungen über die Beleuchtung in den Auditorien der Schulen eingeführt wurde.

Mit „Meter-Kerzen-Helligkeit" wird die Helligkeit einer senkrecht einer Normalkerze (s. S. 254) gegenübergestellten und 1 m entfernten Fläche bezeichnet. Wird z. B. eine Zeichnung durch 16 Kerzen in einer Distanz von 1 m erhellt, so ist die Helligkeit = 16 M K. Da die Helligkeit mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, so ist dieselbe bei grösserer oder kleinerer Distanz leicht zu berechnen. — Bei photographischen Versuchen bestimmt man die Wirkung der Meter-Kerzen-Helligkeit in einer Secunde und nennt dies eine „Secunden-Meter-Kerze (S. M. K.).

Wer genaue Angaben will, muss folgende Factoren in die Rechnung ziehen: 1. die Helligkeit des Lichtes (= H); 2. die lichtreflectirende Kraft der beleuchteten Fläche (= μ); 3. den Sinus des Einfallswinkels, unter welchem die Lichtstrahlen auf die Fläche fallen (sin α); dann ist die Helligkeit einer beleuchteten Fläche (h) durch die folgende Formel ausgedrückt:

$$h = H \cdot \mu \cdot \sin \alpha^{2}).$$

1) Zöllner, Wissenschaftliche Abhandlungen. 1881. 4. Bd., S. 561. Zuerst in Poggend. Annal. 1866. Bd. 128 erschienen.

2) Für die Helligkeit einer horizontalen Fläche, welche vom Himmelsgewölbe beleuchtet wird, gilt die Weber'sche Formel: $h = H \cdot \mu \cdot w \cdot \sin \alpha$; wo w den Raumwinkel bezeichnet, unter dem der Himmel von der beleuchteten Fläche aus sichtbar ist.

Da H und sin α bekannt sind, μ aber in vielen Fällen (z. B. bei weissem Papier) als annähernd constant angesehen werden kann[1]), so fällt die Berechnung von h für specielle Fälle nicht schwer.

Darauf, dass die chemische Wirksamkeit eines Lichtes und dessen optische Helligkeit durchaus nicht proportional sind, machten schon Fizeau und Foucault 1844[2]) gelegentlich ihrer vergleichenden Untersuchungen über elektrisches Licht, Kalk- und Sonnenlicht aufmerksam.

Babo sprach in der Mitte der fünfziger Jahre aus, dass „die Menge der chemisch wirkenden Strahlen des blassblauen Schwefelkohlenstoff-Stickoxydlichtes in keinem Verhältniss zu ihrer (physiologischen) Lichtstärke steht" und dass diese dem Auge ganz schwach erscheinende Flamme eine ausserordentlich grössere photographische Wirksamkeit zeigt, als die helle Leuchtgasflamme[3]).

In Sauerstoff verbrennendes Leuchtgas, Petroleum etc. gibt ein sehr glänzendes, aber trotzdem photographisch nicht sehr wirksames Licht.

Sehr deutlich wird der Unterschied zwischen optischer Helligkeit und chemischer Wirksamkeit zweier Flammen durch die Versuche Bunsen's und Roscoë's (1859) nachgewiesen. Sie fanden, dass eine gewöhnliche Leuchtgasflamme (Steinkohlengas) fast 200 mal heller dem Auge erscheint, als die blassblaue Kohlenoxydflamme, dagegen wirkt die erstere auf Chlorknallgas doch nur 1,972 mal kräftiger. Eine 200 mal grössere Helligkeit bringt also in diesem Falle eine kaum 2 mal stärkere chemische Wirkung mit sich. — Bei der Kohlenoxydflamme stellten aber die genannten Experimentatoren fest, dass bei ein und derselben Lichtquelle die chemischen Leuchtkräfte den physiologischen proportional sind; z. B. nimmt bei Verminderung der Gaszufuhr die physiologische und chemische Helligkeit im selben Verhältnisse ab.

Die Leuchtkraft der Sonne ist 524 mal grösser als die des Magnesiums, aber an chemischer Kraft übertrifft sie dieses nur um 5 mal. Ein brennender Magnesiumdraht von 0,297 mm Dicke gibt so viel Licht, wie 74 Stearinkerzen, deren 5 aufs Pfund gehen. Um ein Licht zu erzeugen, welches dem von 74 Stearinkerzen gleichkommt, die 10 Stunden

---

1) Man kann die Werthe von μ auch optisch bestimmen.

2) Ann. de chim. et de phys. (3). Bd. 11, S. 370. (Nach Fizeau und Foucault verhielt sich die optische Leuchtkraft (Helligkeit) eines Oxy-Hydrogen-Kalklichtes zu einem elektrischen Lichte aus 46 Elementen wie 1 : 34,3 und auch der chemische Effect auf eine Daguerreotypplatte stand in demselben Verhältnisse. Dagegen wirkte das directe Sonnenlicht (Mittags) photographisch 4 mal stärker als das elektrische Licht von 46 kleinen Elementen, aber nur $2^1/_2$ mal stärker sls das elektrische Licht bei Anwendung grosser Elemente.)

3) Polytechn. Centralbl. Horn, Phot. Journ. 1855. S. 9.

brennen (wobei 20 Pfund Stearin verzehrt werden), sind 72,2 g Draht nöthig [1]).

Das brennende Magnesium besitzt eine ebenso grosse chemische Wirkung, wie die Sonne ohne Wolken bei 10 Grad Höhe, d. h. wenn beide Lichtquellen dieselbe scheinbare Fläche haben. Dies ist der Fall, wenn eine Magnesiumscheibe von 1 cm Durchmesser 10,7 m von dem beleuchteten Gegenstande entfernt ist. Bei einer Sonnenhöhe von 22,4 Grad ist die chemische Wirkung der Sonne 36 mal grösser, als die des Magnesiums (Bunsen und Roscoë [2]).

Ausser diesen Angaben lassen sich aus den auf Seite 456 folgenden noch andere als Beweis dafür herbeiziehen, dass zwischen der optischen Leuchtkraft einer Flamme und deren photochemischer Wirksamkeit keine Abhängigkeit besteht [3]).

Das Licht des brennenden Magnesiums ist sehr reich an violetten und ultravioletten Strahlen [Schrötter [4]), Bunsen und Roscoë [5])], ebenso das elektrische Licht und das Licht des unter Zuleitung von Stickoxyd verbrennenden Schwefelkohlenstoffes (H. W. Vogel [6]). In dieser Richtung übertreffen diese Lichtquellen das Drummond'sche Kalklicht, welches sehr reich an gelben und rothen Strahlen ist, bezüglich des Gehaltes an stärker brechbaren Strahlen aber hinter jenen zurückbleibt (Becquerel). Da das Kalklicht oder Zirkonlicht das Spectrum an beiden Enden schön zeigt, wurde es von Hannay als Licht zu spectroscopischen Untersuchungen vorgeschlagen [7]). Das elektrische Quecksilberlicht der Way'schen Lampe ist sehr reich an blauen, violetten und ultravioletten Strahlen, aber gibt fast keine rothen Strahlen, wodurch es sich von dem Licht des Flammenbogens der Kohlenspiten unterscheidet [8]).

Das elektrische Glühlicht eines Kohlenfadens ist mehr gelb als der Flammenbogen und auch weniger actinisch. Das Licht von brennendem Zink ist wohl reich an blauen, aber im Vergleich mit Magnesium arm an violetten Strahlen und daher weniger wirksam als letzteres.

Ueber den Gehalt des Lichtes an verschiedenfarbigen Strahlen gibt mitunter schon dessen Farbe einen Anhaltspunkt.

Das gewöhnliche diffuse Tageslicht ist nach Brücke [9]) ziemlich stark röthlich, was Memorsky [10]) näher ausführte. Das von weissen Wolken reflectirte Tageslicht

---

1) Roscoë, Phot. Archiv. 1864. S. 502; 1868. S. 33.

2) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1864. Bd. 8, S. 27; aus Mechan. Mag. Bd. 9, Seite 137.

3) Vergl. auch auf Seite 275 und 279 dieses Bandes.

4) Jahrber. Chem. 1865. S. 96.

5) Poggendorff's Annalen. Bd. 108, S. 261.

6) Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. 1875. Bd. 8, S. 96.

7) Fortschritte d. Physik. 1873. S. 442.

8) Crooker, Gladstone, Photogr. News. Bd. 5, S. 279; Kreutzer's Zeitschrift f. Photogr. 1862. Bd. 5, S. 20.

9) Erdmann, Journ. f. pract. Chem. 1866. S. 186.

10) Berichte der Wiener Akademie. 1866. Bd. 53, (2.) 345.

besitzt dieselbe Farbe, wie das Sonnenlicht[1]). Die gewöhnlichen Beleuchtungsflammen zeigen sämmtlich gelbes Licht, rein weiss ist allein das elektrische, während Magnesiumlicht und brennender Phosphor violettes Licht zeigen.

Genaue Angaben über den relativen Gehalt eines Lichtes an verschieden brechbaren Strahlen gibt die spectroscopische Untersuchung und die quantitative Spectralanalyse (Vierordt).

C) Vergleichung der chemischen Leuchtkraft oder photographischen Wirksamkeit verschiedener Lichtquellen.

Bei der chemischen Leuchtkraft oder der photographischen Wirksamkeit verschiedener Lichtquellen kommt es auf den Reichthum derselben an „chemischen Strahlen" an. Im Vorhergehenden wurde aber gezeigt, dass für verschiedene lichtempfindliche Substanzen auch verschiedenartige Strahlen des Spectrums die hervorragend „chemisch wirksamen" sind; deshalb kann nicht von einer absolut giltigen Angabe über den photographischen Effect der Lichtquellen gesprochen werden. So wird z. B. Bromsilber (in Form von Gelatine-Emulsion) durch das Licht einer Stearinkerze unverhältnissmässig stärker afficirt, als Jodsilber (in Form von nassen Collodionplatten) und dieses wieder mehr als Chlorsilber (in Form von Emulsion).

Dies hat seinen Grund darin, dass das Kerzenlicht wohl noch ziemlich viel blaue Strahlen, aber relativ wenig violette und ultraviolette Strahlen enthält und das Bromsilber eine beträchtliche Empfindlichkeit gegen Blau hat, nicht aber das Chlorsilber, welches viel weniger von den blauen, als von den ultravioletten Strahlen afficirt wird (s. S. 247).

Trotzdem kann man mit Bestimmtheit behaupten, dass nächst dem Sonnenlicht das Magnesium- und das elektrische Licht das photographisch wirksamste ist und mächtige dynamo-elektrische Maschinen erzeugen Flammen von mehreren tausend Kerzen Leuchtkraft, welche nicht nur auf photographische Brom- oder Jodsilberplatten fast so energisch wie Sonnenlicht wirken, sondern Jodsalze sogar energischer als letzteres zersetzen[2]). Das Magnesiumlicht ist so gewaltig actinisch, dass 4—5 g Magnesiumpulver binnen einem Bruchtheile einer Secunde eine chemische Leuchtkraft von ungefähr einer Million Kerzen entwickeln (s. u.).

Im elektrischen Licht vegetiren und athmen die Pflanzen wie im Sonnen- oder Tageslicht[3]) und gewisse organische Producte, wie z. B. rohes Blutalbumin, werden durch das elektrische Licht in 24 Stunden entfärbt (gebleicht[4]).

---

1) Beiblätter z. d. Annal. d. Physik. 1879. S. 859.

2) S. Leeds, Chem. News. Bd. 42, S. 147. Beibl. Annal. Phys. Chemie. 1880. S. 730. (Vergl. auch dieses „Handbuch". Bd. I, S. 369)

3) Siemens, Phot. Corresp. 1880. Bd. 17, S. 69.

4) Chemiker-Zeitung. 1881. S. 97 aus Monit. prod. chim. Bd. 2, S. 402.

Eine Uebersicht über die zu photographischen Zwecken versuchten künstlichen Lichtquellen gibt folgende Zusammenstellung:

1. Elektrisches Licht.

2. Magnesium an der Luft, besonders in Sauerstoff verbrennend, Schwefelkohlenstoff in Stickoxyd oder Sauerstoff verbrennend, Schwefel oder Phosphor in Sauerstoff verbrennend, Feuerwerkssätze, besonders das indianische Weissfeuer, Drummond'sches Kalklicht, verbesserte lichtstarke Gaslampen.

3. Licht von Stearin- oder Paraffinkerzen, von gewöhnlichen Leuchtgasflammen, Oel- oder Petroleumlampen, Kohlenoxyd oder Schwefel etc. an der Luft brennend.

4. Phosphorescirende Substanzen.

Es gibt Eder's Tabelle[1]), welche zum Zwecke des Studiums des chemischen Lichteffectes der Magnesiumlampen ermittelt worden war, vergleichbare Zahlen, weil sie auf eine Hefner-Alteneck'sche Amylacetat-Lampe und auf die Distanz der Lichtquelle vom Photometer = 1 m reducirt ist:

Benutzte Lichtquelle in einer Distanz = 1 m	Relative optische Helligkeit	Relative chemische Leuchtkraft bezüglich der Wirkung auf Bromsilbergelatine: Zeitdauer der Einwirkung der Lichtquelle	Chemische Leuchtkraft (photographische Wirkung)
1. Hefner-Alteneck's Amylacetat-Lampe	1	1 Secunde	1
2. Drummond'sches Kalk-, Magnesia- oder Zirkonlicht	70	1 „	260
3. Gaslicht (Argandbrenner)	16	1 „	28
4. Magnesiumband, wovon 9,6 cm = 0,05 g wägen und in 7 Secunden verbrennen	80	7 „	11400
5. Schirm'sche Magnesiumblitzlampe (mit 0,05 g Mg.)	?	$^1/_8$ „	18200
6. Magnesiumband, wovon 19,2 cm = 0,1 g sind und in 13 Secunden verbrennen		13 „	22000
7. Schirm'sche od. Beneckendorff'sche Lampe (0,1 g Mg.)		$^1/_7$ „	36000
8. Magnesiumpulver von oben in eine Petroleumlampe geschleudert, mittels Dr. Hesekiel's Blitzlampe (0,1 g Mg.)		$^1/_{10}$ „	7960
9. Explosive Magnesiummischung mit 0,1 g Magnesium, 0,75 g Kaliumchlorat, 0,75 g Kaliumperchlorat		$^1/_{30}$ „	19200
10. Haake-Albers-Blitzlampe (0,3 g Mg.)		$^1/_{75}$ „	101000
11. Sinsel-Dorn'sche, sowie Hruza's Blitzlampe (1 g Mg.)		$^1/_4$ „	350000
12. Loehr'sche Lampe (1 g Mg.)		$^1/_3$ „	351000
13. „ „ (4 g Mg)		$^1/_2$ „	890000
14. Explosive Magnesiummischung ($1^1/_2$ g Mg.)		$^1/_{25}$ „	200000
15. „ „ (4 g Mg.)		$^1/_{20}$ „	500000

1) S. Phot. Corresp. 1890.

Hieraus geht hervor, dass das Drummond'sche Kalk-, Magnesia- oder Zirkonlicht dem menschlichen Auge 70 mal heller als eine Kerze (Amylacetat-Lampe[1]) erscheint, dagegen ist die photographische Wirksamkeit auf Bromsilber bei ersterem 260 mal grösser; Gaslicht erscheint optisch z. B. 16 mal heller als eine Kerze, wirkt aber auf Bromsilber 28 mal stärker ein und brennendes Magnesiumband (von obiger Beschaffenheit) ist optisch 80 mal heller, photographisch aber 1630 mal stärker wirkend als eine Kerze. — Hierher gehört auch die von Michalke (Phot. Mitth. 1890. Bd. 24. S. 195) gemachte Beobachtung, dass das gedämpfte Tageslicht bei gleicher optischer Helligkeit wie das Licht einer Amylacetat-Kerze dennoch 10 mal wirksamer auf Bromsilbergelatine als letzteres ist.

Berechnet man die chemische Leuchtkraft auf Secunden-Meter-Kerzen und ermittelt den Effect, welcher sich ergeben würde, wenn das Licht während einer Secunde anhalten würde, so resultirt folgende Tabelle (Eder):

	Relative Wirkung auf Bromsilbergelatine berechnet auf Secunden-Meter-Kerzen
1. Amylacetat-Lampe (Hefner-Alteneck)	1
2. Magnesiumband, wovon 0,05 g = 9,6 cm lang sind	1630
3. Schirm'sche Lampe (mit 0,05 g Magnesiumpulver)	145600
4. Schirm'sche oder Beneckendorff'sche Lampe (mit 0,1 g Mg.)	252000
5. Haake-Albers-Lampe (mit 0,3 g Mg.)	505000
6. Sinsel-Dorn-Lampe (mit 1 g Mg.)	1400000
7. Loehr'sche Lampe (mit 1 g Mg)	1053000
8. Explosivpulver (mit 1,5 g Mg. nebst Chlorat und Perchlorat)	5000000
9. „ (mit 4 g Mg)	10000000

Wenn man bedenkt, dass „gutes Licht" im Atelier des Photographen auf das horizontale Photometer im Durchschnitt einen chemischen Effect von 50000 bis 100000 Secunden-Meter-Kerzen äussert, dass directes Sonnenlicht (senkrecht auf das Photometer einfallend) bei einem Versuche am 24. October 1890 um 9 Uhr Vormittags in Wien bei fast wolkenlosem Himmel eine Wirkung von 450000 Secunden-Meter-Kerzen äusserte[2]), dass ferner das elektrische Bogenlicht von 4 Lampen à 2000 Kerzen optischer Helligkeit (also zusammen von 8000 Kerzen optischer Helligkeit) eine chemische Leuchtkraft für Bromsilbergelatine von beiläufig 100000 bis 300000 Kerzen hat, so ergibt sich, dass das

1) Dass eine Amylacetat-Lampe nicht völlig gleich dem Lichte einer Normalkerze ist, wurde bereits auf Seite 356 gesagt.

2) Hierbei wurde das Sonnenlicht, wie das Magnesiumlicht vollkommen frei wirken gelassen, was ausdrücklich hervorgehoben wird, weil Bunsen und Roscoë (s. S. 454) die Lichtquelle auf dieselbe scheinbare Fläche reducirten.

Magnesiumpulver von allen bis jetzt bekannten künstlichen Lichtquellen bei der kürzesten Verbrennungsdauer den relativ stärksten chemischen Effect äussert.

Aeltere Vergleichungen zwischen der relativen chemischen Leuchtkraft verschiedener Lichtquellen liegen nur in ungenügender Weise vor. Die meisten der nachfolgenden Vergleichszahlen haben nur einen untergeordneten Werth, weil in den seltensten Fällen die jeweilige Menge der verbrannten Substanz, beziehungsweise die Flammenhöhe oder Dimension angegeben wurde und überdies die Reduction der Beobachtungsresultate auf eine vergleichbare Einheit meistens unterlassen wurde.

Riche und Bardy verglichen 1875 [1]) die Wirksamkeit verschiedener Lichtquellen auf Bromsilbercollodion-Platten mit Entwickelung, indem sie die Exposition bei direct einfallendem Lichte unter einem Scalenphotometer aus Wachspapier in einer Distanz von 50 cm durch eine Minute vornahmen. Das intensivste Licht war das Schwefel-Sauerstoff-Licht, welches durch 8 Papierlagen hindurch gewirkt hatte, das schwächste das Kalklicht mittels Leuchtgas und Sauerstoff. Die folgenden Zahlen geben nicht die wirklichen Lichtintensitäten, sondern nur die Anzahl der Papierschichten, durch welche noch das Licht in der Zeiteinheit wirkte:

Kalklicht mit Leuchtgas und Sauerstoff	1
„ mit Wasserstoff und Sauerstoff (Drummond'sches Licht)	3
Zink, verbrannt im Sauerstoffstrom	3
Magnesium-Draht	4—5
Stickoxyd mit Schwefelkohlenstoff geschwängert	6—7
Sauerstoff auf ein Gefäss mit brennenden Schwefelkohlenstoff geleitet	7
Sauerstoff auf geschmolzenen brennenden Schwefel geleitet	8

Dagegen lassen sich aus dieser Tabelle keine Angaben ableiten, um wie viel Mal z. B. Magnesiumlicht kräftiger als Drummond'sches Licht wirkt, weil die angegebenen Ziffern nur die Anzahl der durchdrungenen Papierlagen geben, diese aber nicht identisch mit der Lichtstärke sind (s. Scalenphotometer); überdies ist der Consum an Brennmaterial nicht angegeben.

Aehnliche Mängel zeigt Stebbing's Tabelle.

Stebbing fand [2]), dass eine Bromsilberplatte, unter einem Scalenphotometer von Papier 1 Minute lang exponirt, durch folgende Zahl von Papierschichten hindurch afficirt wird:

Drummond'sches Kalklicht	1
Zink in Sauerstoff verbrennend	4
Magnesiumlampe	5
Schwefelkohlenstoff-Licht	6
Schwefel in Sauerstoff verbrennend	8

Die erwähnten Ungenauigkeiten in den Angaben über Grösse der Flamme und Verbrauch an Brennmaterial führten zu Widersprüchen. So wurde mehrfach das Sauerstoff-Schwefelkohlenstoff-Licht für wirksamer als Magnesiumlicht erklärt; Lossen aber erklärte dies für falsch und fand bei seinen Versuchen mit Bromsilberplatten das Magnesiumlicht wirksamer [3]).

1) Bulletin Soc. franç. 1875. Phot. News. 1875. S. 171.
2) Photogr. Mitth. Bd. 12, S. 103.
3) Photogr. Archiv. 1878. S. 70.

Nach älteren Angaben[1]) ist die relative photogenische Kraft der folgenden Lichtquellen für:

Sonnenlicht in den Mittagsstunden im August-September .	1000
Kohlenlicht durch 46 Zink-Kohlenelemente	235
Magnesiumlicht	27,3
Drummond'sches Kalklicht	6,8

Mc. Lellan[2]) verbrannte verschiedene Substanzen in einem Glaskolben in Sauerstoffgas (circa 6—7 Liter) und untersuchte die photographische Wirksamkeit auf Bromsilbergelatine-Platten, indem er ein Scalenphotometer über die Platten legte. Er fand:

	Expositionszeit	Distanz vom Licht Fuss	Verbrennende Substanz	Letzte sichtbare Photometer-Nummer	Entwickler
1.	20 Secunden	6	Schwefel u. Antimon 10 Proc.	20	Alkalisch. Pyro
2.	20 „	6	Schwefel und Schwefelantimon 10 Proc.	20	„
3.	20 „	6	Schwefel	20	„
4.	20 „	6	Paraffinlampe	8	„
5.	30 „	14	Schwefel und chlorsaures Kali 10 Proc.	18	„
6.	30 „	14	Schwefel und Kupferoxyd 10 Proc.	15	„
7.	10 „	14	Schwefel	15	„
8.	10 „	14	Schwefel u. Salpeter 10 Proc.	14	„
9.	2 „	14	Phosphor	20	„
10.	10 Minuten	14	Paraffinlampe	12	„
11.	30 „	14	„	15	„
12.	5 Secunden	14	100 Theile Schwefel, 5 Th. Schwefelantimon, 10 Th. Salpeter	12	Eisenoxalat
13.	5 „	14	Schwefel	11	„
14.	5 „	14	Magnesium (in Sauerstoff) .	20	„
15.	5 „	14	Magnesium (in Luft) . .	14	„
16.	5 „	14	Amorpher Phosphor . . .	15	„
17.	5 „	14	Exponirt auf einem trüben grauen Himmel . . .	20	„

Daraus geht hervor, dass der Actinismus des Lichtes brennender Körper bedeutend grösser ist, sobald die Verbrennung im Sauerstoffgas statt an der atmosphärischen Luft erfolgt.

Nach Krone bewirken zwei Magnesiumdrähte von der stärksten Sorte in einer Hohlspiegellampe verbrannt, bei einer Distanz von 2 m von der Person, bei der vollen Oeffnung eines dreizölligen Porträt-Objectives in 25 bis 30 Secunden ein correctes

1) Schnauss, Photogr. Lexicon. 1864. S. 212.
2) Brit. Journ. of Phot. 1881. S. 634.

Negativ auf Collodion (nasses Verfahren). Dasselbe erreicht man im December oder Januar im zerstreuten Tageslicht zur Mittagszeit.

Auf Trockenplatten bewirkte das eben erwähnte Licht in $^1/_4$ Secunde ein Bild unter einem Negativ im Copirrahmen; im klaren, winterlichen Vollmondschein um Mitternacht (wo also der Mond sehr hoch am Himmel steht) in 25 Minuten, das ist 6000 mal länger.

Nach H. W. Vogel ist die Wirkung der Sell'schen Lampe auf photographische Platten etwa viermal geringer, als das Licht eines heiteren Wintertages um die Mittagszeit. Vor anderen künstlichen Lichtquellen bietet sie den Vortheil, wegen ihrer vorwiegend blauen Farbe die Augen nicht zu blenden, was bei Porträtaufnahmen wohl zu beachten ist[1]).

Zündsätze (indianisches Weissfeuer[2]) gestatten die Aufnahme damit beleuchteter Personen in ungefähr der doppelten bis vierfachen Zeit, als im Durchschnitt bei Tageslicht nothwendig ist. Magnesiumblitzlicht wirkt aber in viel kürzerer Zeit ein.

Das Licht der besten und am kräftigsten leuchtenden, am Tageslicht erregten phosphorescirenden Substanzen ist verhältnissmässig schwach; es wirkt bei unmittelbarer Berührung auf eine Bromsilbergelatineplatte ungefähr so kräftig, wie das Licht einer Normalkerze in einer Distanz von 50 cm. Phosphorescenzlicht wirkt immer viel schwächer als jenes Licht, welches die Phosphorescenz erregte (Eder).

Diese geringe Actiniscenz des gewöhnlichen irdischen Feuers verursacht oft überraschende Erscheinungen, wie z. B. die Aufnahme einer Gruppe von Holzarbeitern, welche um ein mächtiges Feuer gelagert (an einer von der Sonne begrenzten Stelle), bei welcher von der hochaufschlagenden Flamme auf dem Bilde keine Spur zu sehen ist, wohl aber durch dieselbe hindurch die dahinter sitzenden Arbeiter, als auch der entsprechende Theil der sonnenbeleuchteten Landschaft, beides aber mit unscharfen Conturen[3]).

[Ueber weitere Angaben betreffend die Helligkeit künstlicher Lichtquellen siehe weiter unten, bei der Beschreibung derselben].

II. Das elektrische Licht in der Photographie.

Das elektrische Licht fand vermöge seiner Leuchtkraft wiederholte Anwendung in der Photographie und ohne allen Zweifel nimmt es den ersten Rang unter den künstlichen Lichtquellen ein.

Die von Davy 1813 gefundene und lange Zeit einzig bekannte Art, elektrisches Licht herzustellen, bestand darin, dass man eine grosse Anzahl galvanischer Elemente (ungefähr 100 Daniell'scher oder 50 Bunsen'scher) verband und den elektrischen Strom durch zwei einander genäherte Coaksstäbe (Kohlenspitzen) leitete. Es zeigt sich alsdann ein glänzender Lichtbogen.

Der Flammenbogen erlöscht, sobald die Spitzen dem Verbrennen der Kohle zufolge sich zu weit von einander entfernen: deshalb muss die Distanz derselben entweder mit der Hand regulirt werden oder (da

1) Bericht d. deutsch. chem. Gesellsch. 1875. S. 96.

2) Bei einem Verbrauch von circa 30 g pro 10 Secunden.

3) Krone, Helios. 1870. Bd. 1, S. 137.

dies schwer durchführbar ist) mittels eigener automatischer Regulatoren, deren mehrere construirt wurden.

Heutzutage werden zur Herstellung des elektrischen Lichtes anstatt der galvanischen Elemente dynamo-elektrische oder magneto-elektrische Maschinen von 2000 bis 5000 Kerzen Leuchtkraft (System Gramme oder Siemens) benutzt, welche mit Dampfmaschinen (Locomobilen) oder Gaskraftmaschinen bewegt werden. Deren Construction zu beschreiben ist hier ebensowenig der Ort, wie die Einrichtung und Zusammenstellung der galvanischen Batterien.

Das elektrische Glühlicht beruht auf einem anderen Principe. Es ist bekannt, dass ein Platindraht ins Glühen geräth, wenn ein hinreichend starker elektrischer Strom hindurchgeführt wird. Dies Glühlicht wollte Draper 1847 zur Beleuchtung verwenden; es wurde auch als photo-

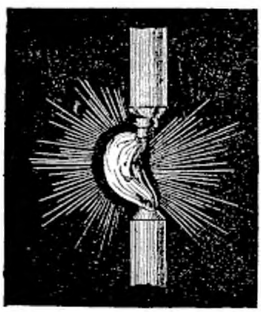


Fig. 130.
Galvanischer Flammenbogen.

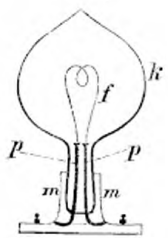


Fig. 131.
Elektrisches Glühlicht.

metrisches Normallicht vorgeschlagen (s. S. 356, Anm. 1). Ein Uebelstand ist aber, dass der Platindraht leicht abschmilzt, wenn der Strom zu stark wird. King nahm deshalb Kohlenstäbchen an Stelle des Platins und da diese sehr leicht an der Luft abbrennen, so schloss er sie im luftleeren Raume ein. Aus dieser älteren King-Lampe gingen neuerdings die Constructionen von Edison, Swan etc. hervor. Bei diesen sind die Kohlenstäbchen so dünn, dass man sie Fäden nennen kann.

Alle diese Constructionen besitzen eine grosse Aehnlichkeit. Sie bestehen aus einer luftleeren Glaskugel (Fig. 131) von nicht ganz Faustgrösse: in derselben ist ein feiner Kohlenfaden *f* eingeschlossen, der z. B. aus einem Cartonstreifen durch Glühen desselben zwischen Eisenplatten hergestellt ist. Dieser Kohlenfaden sitzt auf Platinadrähten *pp*, die in die Wand des Glasfusses der Kugel eingeschmolzen sind und mit den Metallfassungen *mm* leitend verbunden sind. Durch den elektrischen Strom wird der Kohlenfaden ins Glühen gebracht und gibt ein Licht von der Stärke eines guten Argand-Gasbrenners (circa 20 Kerzen) und

eignet sich sehr gut zum Ersatz von Gas- oder Petroleumlampen. Die Ballons gehen nach vier bis achtmonatlichem Gebrauch zu Grunde.

Der Unterschied in dem Verhalten des Bogenlichtes einerseits und des elektrischen Glühlichtes andererseits ist mit Hinblick auf photographische Zwecke ein bedeutender.

A) Das elektrische Glühlicht

ist gelblich und ist betreffs seiner Wirkung und seines spectralen Verhaltens sehr ähnlich dem Gaslichte oder dem Lichte guter Petroleumlampen; alle diese Lichtquellen sind arm an violetten und blauen Strahlen, während die gelben, rothen und grünen Strahlen dominiren. Daher ist die photographische Wirksamkeit des elektrischen Glühlichtes keine bedeutende.

Allerdings lässt sich die Helligkeit des Glühlichtes durch Anwendung starker elektrischer Ströme steigern, aber dann werden die Kohlenfäden in den Lampen bald zerstört.

Wenn man die Zahl der Becher einer Batterie (z. B. Grove'sche) variirt, so variirt damit auch das Licht entsprechend der hyperbolischen resp. parabolischen Zunahme. Das Verhältniss, in welchem die optische und chemische Intensität einer Glühlampe bei wachsender Stromstärke zunimmt ist aus folgender von W. de W. Abney ermittelten Tabelle ersichtlich.

Zahl der Becher	Lichtstärke in Normalkerzen	Photographische Wirkung
12	0,132	unmessbar
14	0,26	0,35
16	1,17	1,61
18	2,44	5,84
20	3,84	12,83
22	6,85	36,45
24	10,38	86,60

Die Glühlampe hatte 10 Kerzen Lichtstärke bei normaler Ausnutzung. Starke Ströme zerstörten die Lampe schnell. 380 Glühlampen ohne Reflectoren in 1 m Abstand vom Modell haben denselben photographischen Effect wie Himmelslicht. Da an trüben Tagen das Licht meist selten weniger als ein Zehntel seiner normalen Intensität hat, so lässt sich mit 38 Glühlampen bei 1 m Abstand schon im photographischen Atelier arbeiten.

Das elektrische Glühlicht ist für photographische Zwecke wenig verwendbar, weil die für gewöhnlich gebräuchlichen Glühlampen in der Regel nur 10 bis 20 Kerzen Helligkeit haben und im Allgemeinen sich photochemisch nicht anders verhalten als gute Petroleum- oder Gaslampen.

Das Licht der Gasglühlampe ist immer gelblich und kann nicht zu jener bedeutenden photochemischen Wirksamkeit gesteigert werden,

wie das Bogenlicht; überdies haben die Glühlampen in der Regel nur ungefähr 1000 Stunden Brennzeit, was deren öfteres Auswechseln nothwendig macht. Trotzdem finden die elektrischen Glühlampen hier und da zur Erleuchtung von Dunkelkammern (hinter rothem oder gelbem Glase) Verwendung, sowie auch in der Mikrophotographie, sowohl zur Beleuchtung durchscheinender als opaker Objecte. Stein bedient sich

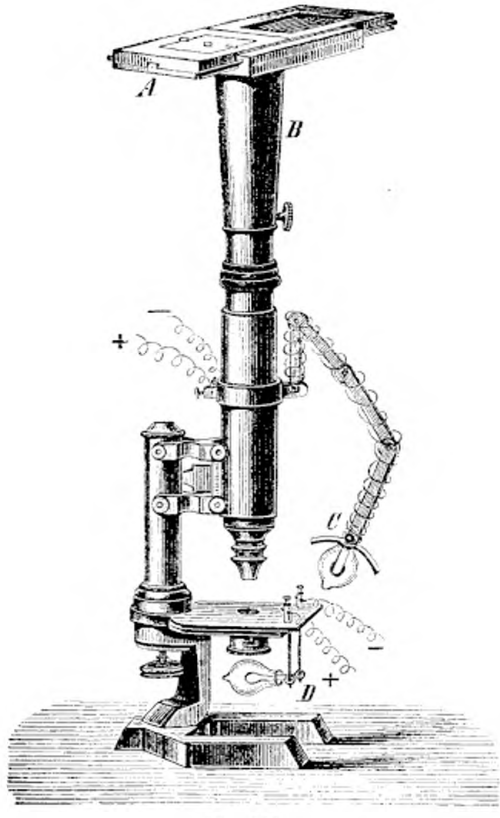


Fig. 132.

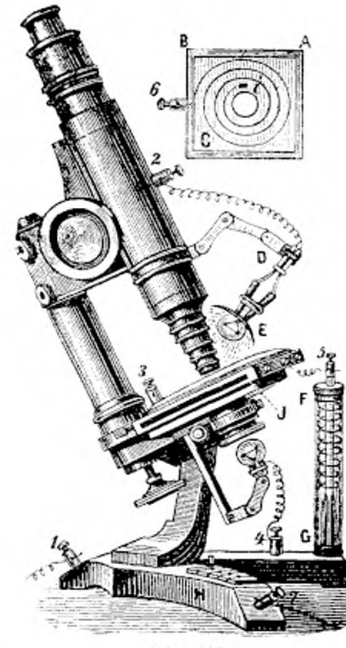


Fig. 133.

daher kleiner Stative mit Kugelgelenk, so dass man die Glühlampen beliebig bewegen und dem Objecte nähern kann[1]). Fig. 132 und Fig. 133 zeigen diese Einrichtung.

B) Das elektrische Bogenlicht

ist bei photographischen Aufnahmen als Lichtquelle viel wirksamer als das elektrische Glühlicht. Das Bogenlicht ist bläulich weiss und sehr reich an blauen, violetten und ultravioletten Strahlen (vergl. die auf

1) Stein, Das Licht im Dienste wissenschaftl. Forschung. 1885. Eder's Jahrb. f. Photogr. I. für 1887. S. 294. Marktanner-Turneretscher, Mikrophotographie (1890). S. 128.

Seite 355 mitgetheilte Tabelle), so dass es auf alle gebräuchlichen photographischen Präparate äusserst kräftig einwirkt. Allerdings muss man kräftiges Bogenlicht verwenden: während man für gewöhnlich zur Beleuchtung von Strassen oder Sälen Bogenlampen von 300—400 Kerzen Helligkeit verwendet, soll für photographische Zwecke das Bogenlicht mit einer Helligkeit von mindestens 1000 Kerzen, besser aber mit 2000 bis 4000 Kerzen verwendet werden.

Mittels galvanischer Batterien, bestehend aus ungefähr 50 grossen Grove'schen oder Bunsen'schen Elementen, kann ein kräftiges elektrisches Licht erhalten werden. Allein die dazu benutzte Salpetersäure stösst erstickende Dämpfe aus; viel besser ist die Beschickung der Elemente mit Chromsäure (oder einem Gemisch von Kaliumchromat mit Schwefelsäure) zur Kohle, weil dieselbe keine Dämpfe entwickelt. Durch die Wiedereinführung der schon früher bekannten Chromsäure anstatt Salpetersäure wollte Swan[1]), Jarman[2]) und Bottone[3]) das galvanische Licht den Photographen zugänglicher machen: es genügen 48 grosse Zink-Kohlen-Elemente, um bei deren Licht eine Porträtaufnahme in 3 Secunden auf Bromsilbergelatine fertig zu stellen.

Allein trotz aller Modificationen erweist sich das Instandhalten der Elemente, das häufig erforderliche Reinigen der Zellen, das rasche Zugrundegehen der Zinkcylinder etc. als sehr hinderlich für die practische Verwendung derselben.

Deshalb hat in allen grösseren Etablissements — denn nur in solchen kann an eine rationelle Verwendung des elektrischen Lichtes gedacht werden — das Licht der magneto-elektrischen Maschinen Eingang gefunden und die galvanischen Batterien verdrängt. Allerdings erfordert die Anschaffung einer Dynamo-Maschine sammt Motor ein beträchtliches Anlagecapital (circa 8000 Mark), aber die Betriebskosten sind gering, wesentlich geringer, als bei galvanischen Elementen; die Unkosten betragen nämlich pro Stunde (Arbeiter, Wasser, Oel etc. inbegriffen) ungefähr $1^1/_2$ Mark.

Wie das elektrische Bogenlicht im Vergleiche mit Himmelslicht wirkt geht aus folgenden Angaben (Phot. Mitth. Bd. 20, S. 39) hervor:

Bei vergleichenden photographischen Aufnahmen von Zeichnungen ist die Exposition:

Im elektrischen Bogenlicht von 1800 Kerzen Helligkeit, Entfernung von $^1/_2$ m und Anwendung eines weissen Reflectors	6 Minuten.
Im diffusen Himmelslicht	$2^1/_2$ „
In der directen Sonne	40 Secunden.

1) Yearbook of Photogr. für 1879, S. 229.

2) Phot. News, 1881, S. 483. Phot. Wochenbl. 1881, S. 352.

3) Yearbook of Photography for 1882, S. 107.

Eine andere Tabelle gibt Prof. Vogel betreffs der Reproduction von Gemälden. Es ergibt sich in Bezug auf die günstigste Beleuchtung für die Aufnahmen folgende Reihe:

1. Sonnenlicht wirkt ungefähr 8 bis 14 mal stärker als das Licht des heiteren Himmels.
2. Elektrisches Bogenlicht (6 Lampen zusammen 7000 Kerzen, Abstand $1^1/_2$ m, mit weissem Reflector) wirkt 4 mal stärker als das Licht des heiteren Himmels im November.
3. Dann folgt heiterer Himmel mit weissen Wolken.
4. Blauer Himmel.
5. Getrübter Himmel (welcher oft nur den zehnten Theil der Wirkung des wolkenlosen Himmels übt).

Die Erhöhung der Spannung des elektrischen Stromes durch Vermehrung der Umdrehungsgeschwindigkeit der dynamo-elektrischen Maschine ist nicht nur von Einfluss auf die optische Helligkeit des elektrischen Glühlichtes, sondern auch auf den Gehalt an blauen Strahlen.

Abney bestimmte die Helligkeit einer elektrischen Bogenlampe bei Einschaltung eines rothen Glases in die von derselben ausgehenden Strahlen, bei Einschaltung einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak (blau) und bestimmte endlich die chemische Wirkung auf Chlorsilber unter Einschaltung einer Lösung von schwefelsaurem Chinin und zwar für verschiedene Umdrehungsgeschwindigkeiten seiner dynamo-elektrischen Maschine:

Seine Resultate waren:

Umdrehungen	Roth	Blau	Gemisch
240	180	360	—
308	280	660	—
350	—	750	890
425	—	1700	—
460	860	2500	2700
490	—	3000	—
500	1080	—	—
520	—	4860	—
540	1620	—	—
550	—	4800	—
560	—	—	9000
565	—	6500	—
575	1520	—	—
580	2100	6000	10050
600	2400	10100	11020

Diese Zahlen zeigen, dass mit Zunahme der Umdrehungsgeschwindigkeit der Maschine und demzufolge der Gesammthelligkeit die stärker brechbaren Strahlen (Blau, chemisch) eine bedeutend grössere Verstärkung erfahren als die schwächer brechbaren (Roth).

Ausser dem Flammenbogen bei Kohlenspitzen und dem Glühlicht wurde noch mit gutem Erfolge jenes galvanische Licht benutzt, welches entsteht, wenn ein starker elektrischer Strom (60 Elemente) durch einen dünnen Faden von frei fallendem Quecksilber geht (Way's Lampe). Dieses Licht ist sehr actinisch; ja es schwärzt Chlorsilber-

papier rascher, als das der Kohlenspitzen[1]), jedoch ist seine Darstellung zu complicirt und deshalb ist es ganz ausser Gebrauch gekommen.

Das durch Elektricität in luftverdünnten Geissler'schen Röhren erzeugte Licht ist trotz seiner scheinbaren Schwäche photographisch gut wirksam. Norley photographirte ein solches Licht, welches so schwach war, dass es selbst im Dunkeln kaum sichtbar war, in 30 Minuten, jedenfalls in Folge des bedeutenden Gehaltes an ultravioletten Strahlen[2]). Die mit verschiedenen Gasen gefüllten Geissler'schen Röhren geben verschiedenes Licht; H. W. Vogel, Capron[3]) u. A. photographirten sogar die Spectra dieser Lichtquellen.

Dove (1861) und Roger (1864) gelang es, das geschichtete Licht der Geissler'schen Röhren zu photographiren. Der Erstere erhielt Photographien, welche deutlich das geschichtete Licht als eine Reihe perlenartig an einander sich reihende Kugeln darstellte. — Rood photographirte 1864 auch die schwach leuchtenden Büschel positiver und negativer Elektricität und konnte sogar am Tageslichte (bei hintergestelltem weissen Papier) die Phänomene photographiren[4]).

Dass man gegenwärtig sogar mit dem vollkommensten Erfolge die Spectra der Geissler'schen Röhren photographirt, wurde bereits auf S. 437 erwähnt.

C) Geschichtliche Notizen über die Verwendung des elektrischen Lichtes in der Photographie.

Die ersten Angaben über die chemische Wirkung des elektrischen Kohlenlichtes machte Brande[5]); er fand, dass unter seiner Wirkung Chlorknallgas unter Explosion sich zu Salzsäure verbindet.

Silliman und Goode photographirten schon im November 1840 bei galvanischem Lichte von 90 Daniell'schen Elementen ein Medaillon mittels einer einfachen Linse auf Daguerreotypplatten in 20 Secunden, welche Versuche Silliman 1851 mit Erfolg wiederholte[6]).

De Montfort erhielt 1846 mittels elektrischen Lichtes wohl nicht Porträts, aber das Daguerreotyp eines Bouquets mit einer einfachen Linse in 15 Minuten[7]).

Talbot bekam 1851 mit jodirtem Eiweiss mit Eisenhervorrufung auf einer rasch gedrehten Scheibe durch momentane Belichtung durch einen starken elektrischen Funken ein klares scharfes Bild[8]).

Gaudin stellte unter einem Negativ auf Collodionplatten eine positive Copie bei elektrischem Lichte her. Dasselbe war durch einen parabolischen Spiegel concentrirt und so wirksam, dass trotz eines vorgeschobenen blassgelben Glases die Exposition nur einige Secunden dauerte[9]).

---

1) Photogr. News. 1861. Bd. 5, S. 279. Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1862. Bd. 5, S. 20. — Monckhoven (Bulletin Soc. franç. 1871. S. 210) fand dieses Licht wohl sehr wirksam, aber gefährlich, wegen der entwickelten Quecksilberdämpfe.

2) Phot. Mitth. 1871. Bd. 8, S. 102.

3) Capron, Photographed Spectra. London. 1877.

4) Fortschr. d. Physik. 1864. S. 257.

5) Annales de Chimie et de Physique. Bd. 19, S. 205.

6) Daguerreian Journ. 1851. Bd. 1, S. 139 u. 334. Silliman's Americ. Journ. (1.) Bd. 43, S. 185.

7) Cosmos 1852 II, 39.

8) Daguerreian Journ. 1851. Bd. 2, S. 178. Phot. Archiv. 1877. S. 170.

9) La lumière. 1853. Bd. 1, S. 159.

Zur eigentlichen Porträt-Photographie lebender Personen, sowie zur Photographie von Gypsfiguren benutzten es Aubree, Millet und Leborgne um dieselbe Zeit und sie nahmen die Priorität dieser Anwendung des elektrischen Lichtes in Anspruch; sie benutzten 50 Bunsen'sche Elemente[1]).

Später beschäftigte sich Lucenay (1852), sowie Gaudin und Delamarre mit Porträtaufnahmen bei elektrischem Lichte und wendeten ihre Aufmerksamkeit passenden Reflectoren und Schirmen zu (s. u. S. 468).

In der Sitzung vom 21. December 1863 überreichte Nadar der französischen photographischen Gesellschaft Porträt-Photographien, welche mittels des elektrischen Lichtes erhalten worden waren. Er exponirte die nassen Platten beim Licht[2]) von 50 galvanischen Elementen und unter Anwendung eines mit Kreide bestrichenen Reflectors 60 bis 85 Secunden. Solche sehr gelungene Porträte (Brustbilder etc.) stellte er in der Londoner Ausstellung 1862 aus. Um dieselbe Zeit benutzte er das elektrische Licht zur Beleuchtung der Katakomben in Paris, deren Aufschriften etc. zu photographiren er beauftragt war (vergl. auch Magnesiumlicht). — Ueber die Errichtung der ersten photographischen Nacht-Ateliers mit elektrischem Lichte s. unten.

Bazain erzeugte bei elektrischem Licht Photographien 300 Fuss unter dem Meeresspiegel (Phot. Mitth. Bd. 3, S. 261).

D) Porträt-Ateliers mit künstlichem Licht (Nacht-Ateliers).

Durch die Fortschritte der künstlichen Beleuchtung und namentlich durch die Auffindung von Lichtquellen, welche sehr actinisches Licht geben, ist man dahin gelangt, photographische Negative nach Porträten bei künstlichem Lichte herzustellen. Diese Einführung erlaubte die Aufnahme bei Tag und Nacht und in der That existiren Ateliers, welche von Mittag bis Mitternacht für das Publicum geöffnet sind. Dabei mag zum Theil die Sucht nach Curiositäten mit im Spiele gewesen sein, jedoch kann keineswegs die grosse practische Bedeutung der Ateliers mit künstlichem Lichte für lichtarme, nebelige Städte bezweifelt werden, abgesehen davon, dass die Errichtung derartiger Ateliers in der Nähe von Unterhaltungs-Localitäten, worin Bälle etc. abgehalten werden, pecuniär von Vortheil ist.

Die Idee, Photographien in der Camera bei künstlichem Lichte aufzunehmen und so im Atelier das Tageslicht entbehrlich zu machen, stammt aus dem Anfang der vierziger Jahre. Claudet dachte 1841 schon an die Herstellung von Porträt-Photographien bei Nacht (s. unten), Lucenay (1852 s. o. S. 467) sprach sich ähnlich aus, Gaudin und Delamarre (1854 s. o.), sowie Moule gedachten 1857 schon des Vortheiles, den Reflectoren und farbige Gläser zur Dämpfung des allzu grellen bengalischen Lichtes gewähren (s. unten), so dass die später mehrfach erhobenen Prioritätsansprüche auf diese Idee zu Gunsten der Genannten zurückgewiesen werden müssen.

---

1) Daguerreian Journ. 1852. Bd. 3, S. 57. Comptes rendus. Bd. 33, S. 501. Chemisches Centralblatt. 1852. S. 16.

2) Lichtbogen zwischen Kohlenspitzen und mit einem Serrin'schen Regulator.

Ohne passende Reflectoren und Lichtblenden lassen sich keine hübschen Porträts bei künstlichem Licht erzielen; leider wird aber dadurch ein grosser Lichtverlust bedingt. Es lässt sich nicht jede actinische Lichtquelle zu practischen photographischen Zwecken benutzen; es ist hierbei neben der Lichtkraft noch der Kostenpunkt, die leichte Handlichkeit, die Gefahrlosigkeit etc. massgebend.

Gegenwärtig wird vor Allem das elektrische Licht benutzt, welches die universellste photographische Verwendung gestattet und an Kraft die anderen Lichtquellen übertrifft, dann das Gaslicht und endlich für unterbrochenen Betrieb bei Porträtaufnahmen oder für transportable Ateliers etc. das bengalische Weissfeuer.

Lucenay brachte das elektrische Licht oder einen Zündsatz 1852 in den Brennpunkt eines parabolischen Reflectorschirmes, um parallele Strahlen

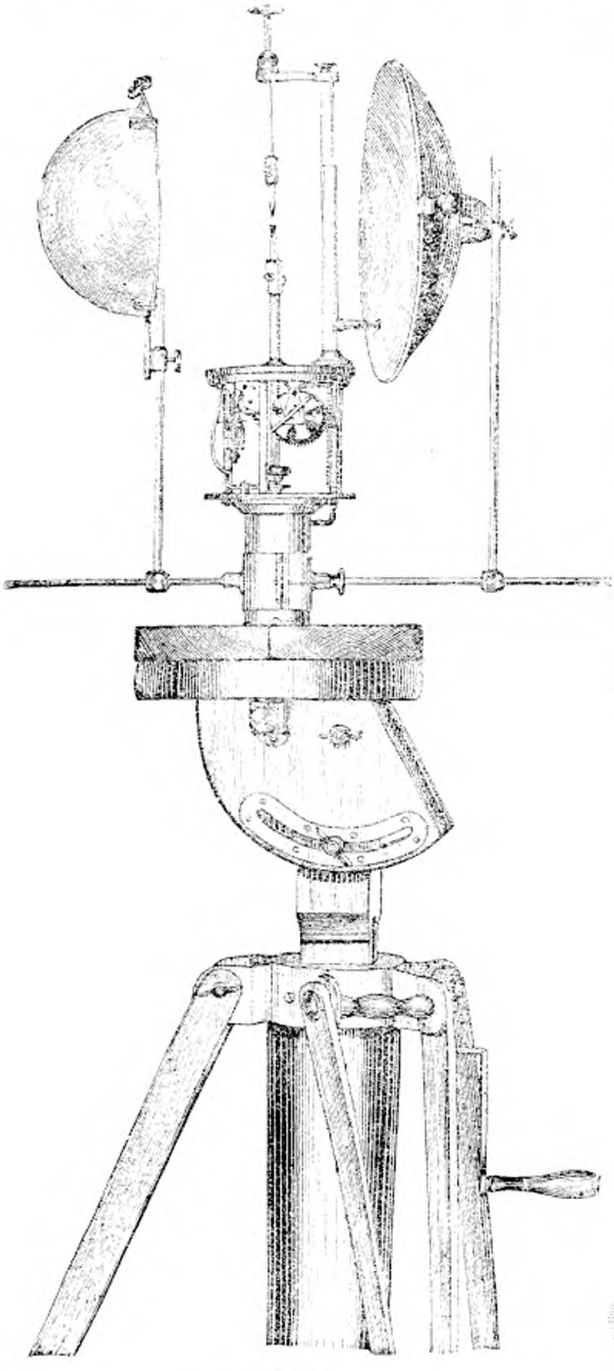


Fig. 134.
Elektrische Lampe nach Ost.

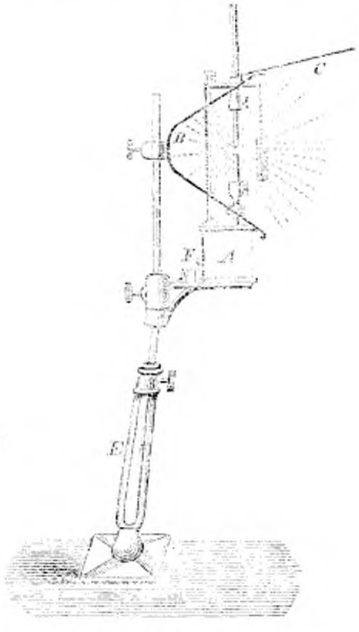


Fig. 135.
Elektrische Lampe nach Jarman.

zu erhalten. Für Porträte dämpfte er schon das Licht ab, indem er ein blaues Glas vorschob und statt eines glänzenden Reflectors einen unpolirten benutzte[1]).

Gaudin und Delamarre liessen sich 1854 sogar (ohne auf die Priorität Lucenay's Rücksicht zu nehmen) die Anwendung des elektrischen Lichtes und des bengalischen Feuers zur Porträtphotographie patentiren, ohne dass das Patent zur Ausübung kam. Sie brachten das Licht im Brennpunkt eines parabolischen Spiegels von $1^1/_2$ m aus versilbertem Kupfer) an; zwischen diesem Spiegel und der sitzenden Person wurde ein zweiter sphärischer Spiegel von nur 30 cm Durchmesser so befestigt, dass die Lichtquelle gleichfalls in seinem Brennpunkt sich befindet, wodurch einerseits die Lichtstrahlen von den Augen des Sitzenden abgehalten und andererseits wieder in den parabolischen Spiegel zurückgeworfen werden. Das reflectirte Licht traf die Person nicht unmittelbar, sondern fiel durch blaues Glas; das Local war mit blauem Papier ausgeklebt[2]).

In Oesterreich war Ost[3]) der erste Photograph, der die Beleuchtung des Ateliers mit elektrischem (galvanischem) Lichte bei Porträt-Aufnahmen einrichtete. Er beleuchtete mit zwei Flammen, und zwar mit einer Hauptflamme (durch 80 Bunsen'sche Elemente erzeugt), welche die Schlaglichter lieferte, und einer zweiten Flamme (durch 40 bis 50 Bunsen'sche Elemente), welche die Schlagschatten der ersteren mässigte. Die zweite Flamme war kleiner, stand entfernter und beleuchtete von unten (Distanz über dem Boden 1 m), während die Hauptflamme höher stand (2 m über dem Boden). Den benutzten Apparat zeigt Fig. 134.

Der sphärische (eventuell parabolische) Spiegel wirft das Licht durch eine blaue, transparente Halbkugel aus Glas, welche letztere den Zweck hat, das Licht dem Auge wohlthuender und den Blick offener zu machen. Dasselbe kann (aber nach Ost weniger gut) durch mit blauem Firniss getränkten Taffet erreicht werden. Die Expositionszeit betrug (auf nassen Collodionplatten) 7 Secunden, steht also dem eines sonnenhellen Tages nach; gegenüber einem trüben Wintertage ist das elektrische Licht im Vortheil.

Einen ziemlich ähnlichen Apparat construirte Jarman[4]) wieder im Jahre 1881, welchen Fig. 135 zeigt.

A ist der automatische Regulator der Kohlenspitzen, *B* der Reflector, *C* ein weiter oben angebrachter Reflector, welcher Licht nach abwärts wirft, *D* ein kleiner halbtransparenter Papierschirm, welcher das auf die Person direct auffallende Licht mildert, *P* und *N* die Verbindungen für die Leitungsdrähte, *E* das Stativ, welches Heben und Senken des Lichtes gestattet.

Die erste gut und practisch functionirende Einrichtung von Porträt-Ateliers mit elektrischer Beleuchtung und die Einführung von Nacht-Ateliers in die photographische Praxis verdanken wir Van der Weyde.

Van der Weyde beschäftigte sich eingehend mit der Verwendung des elektrischen Lichtes der Dynamo-Maschine im Atelier für Porträt-Photographien. Schon 1876 nahm er ein einschlägiges Patent[5]) und

1) Patent am 30. October 1852. Abridgements of the Specifications relating to Photogr. 1861. S. 18.

2) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 110, aus La Lumière. S. 109.

3) Phot. Corresp. 1864. Bd. 1, S. 12 und 72.

4) Phot. Yearbook für 1882. S. 155.

5) Abridgements of the Specifications relating to phot. III. 1878. S. 103.

1878 ein anderes ähnliches, worin er das Licht mittels eines parabolischen oder anderen concaven Reflectors zurückwarf und ausserdem einen opaken oder halbdurchscheinenden Schirm zwischen der Lichtquelle und der sitzenden Person einschaltete, um das directe Licht zu zerstreuen[1]).

Es lässt sich nicht leugnen, dass von Van der Weyde der Aufschwung der „Photographie bei Nacht" datirt, da er die „Nacht-Ateliers" in der Praxis in sehr vortheilhafter Weise zur Ausführung brachte.

Van der Weyde stellte in der Pariser Weltausstellung 1878 sehr gelungene Versuche aus, das elektrische Licht im regulären Porträtgeschäft einzuführen[2]).

Ein ähnliches System wurde dann auch in zwei Pariser Ateliers, nämlich von Liébert und Petit eingeführt und zu Aufnahmen in den Abendstunden verwendet[3]).

Zur Beleuchtung wurde von Liébert das Licht einer elektro-magnetischen Gramme'schen Maschine verwendet, welche mit einer Gaskraftmaschine von 5 Pferdekräften in Bewegung gesetzt wurde. Die elektrische Flamme von 3000 bis 4000 Kerzen Leuchtkraft befindet sich in der Nähe einer kleinen Reflexionsscheibe, welche im Centrum eines grossen kugelartig gewölbten Schirmes von circa $1^1/_2$—2 m Durchmesser angebracht ist (Fig. 136). Das Innere des Schirmes ist mit weissem Papier überzogen; das Licht fällt also nicht direct auf das Modell (wodurch grelle Lichter und Schatten und unschöne harte Bilder entstehen würden), sondern dasselbe erscheint der doppelten Reflexion des Lichtes zufolge sehr sanft beleuchtet, mit zarten Uebergängen und reichen Halbtönen. Der Reflector ist am Plafond befestigt und nach allen Richtungen durch Rollen, Hebel und Gegengewichte beweglich (Fig. 136), so dass man die Lichtstrahlen verschiedenartig auf das Object auffallen und die Beleuchtung wechseln lassen kann. Anfangs soll das glänzende Licht wohl ein wenig blenden, aber in kurzer Zeit gewöhnt man sich daran. Die Expositionszeit ist etwa ein Drittel länger als bei normalem Tageslicht. Das Licht ist immer annähernd gleichmässig und Fehler zufolge einer unrichtigen Belichtung sind unmöglich. Wenn man Bromsilbergelatine-Platten anwendet, kann man augenblicklich Porträte zu jeder Stunde des Tages und der Nacht anfertigen. (Kosten gegenwärtig 15000 Franken.)

1) Phot. News. 1879. S. 99. Als Reflector kann im Nothfall ein Regenschirm verwendet werden, dessen Stock abgeschnitten und dessen Innenseite mit weissem Papier ausgeklebt ist; mitten in die Höhlung wird die Lichtquelle gebracht.

2) Phot. Arch. 1879. S. 6.

3) Phot. Corresp. 1879. S. 34 und 211.

Levitsky in Petersburg arbeitet mit demselben Apparate wie Liébert. Sein elektrisches Licht ist so hell, dass er Porträte auf nassen Platten in nicht mehr als 4 Secunden aufnehmen kann[1]); um Mitternacht nahm er ein grosses Gebäude auf,

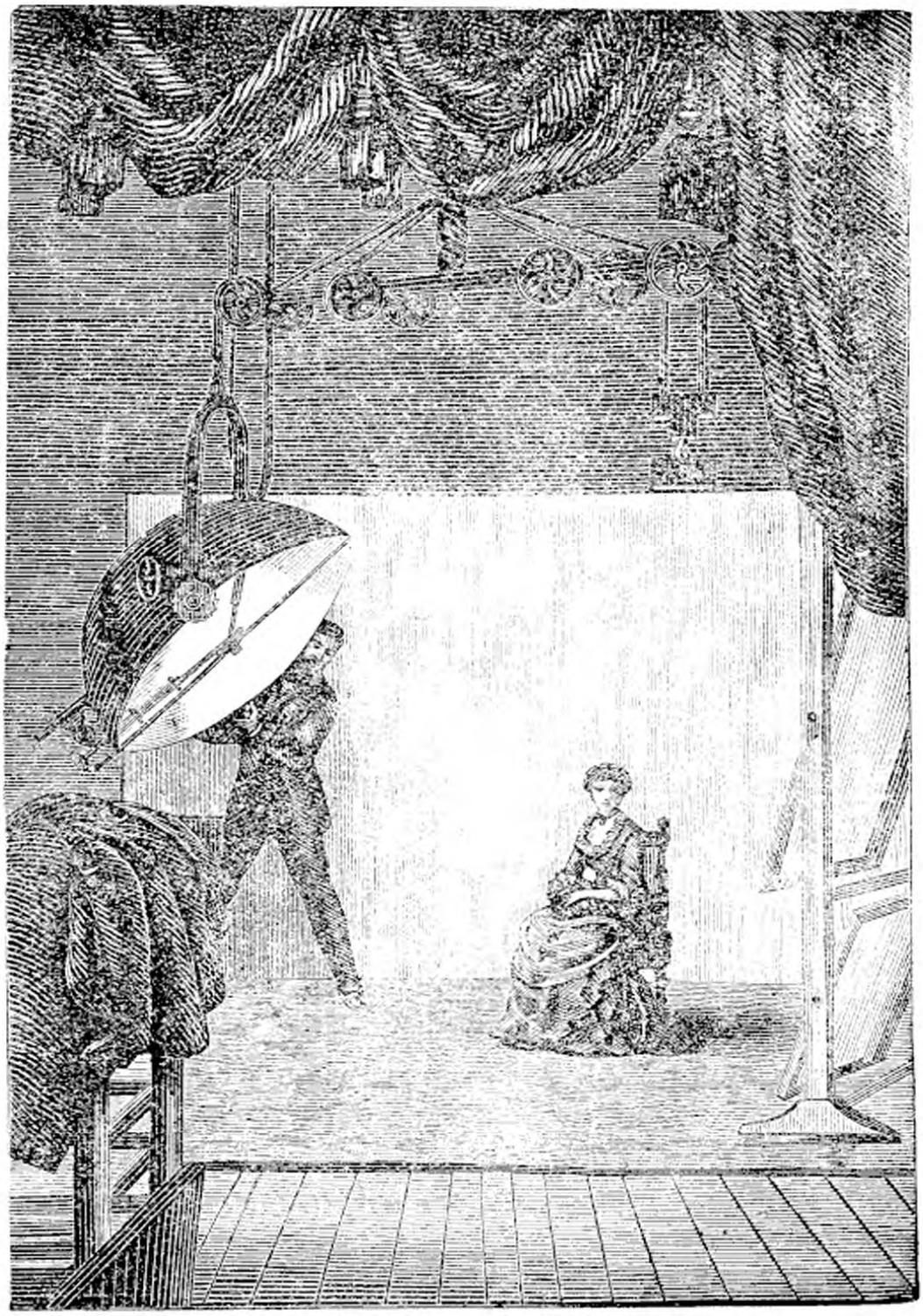


Fig. 136. Atelier bei elektrischem Licht von Liébert nach dem System Van der Weyde.

welches durch vier elektrische Flammen beleuchtet war[2]) — Dutkiewicz in Warschau versichert, dass der regelmässige Betrieb im Nacht-Atelier sehr leicht sei, weil das Licht als constante Grösse keinen Irrthum in der Expositionszeit zulässt; er exponirte

1) Phot. News. 1881. S. 209.
2) Phot. Mitth. 1880. Bd. 17, S. 216.

seine Porträts auf nassen Platten für Visitkarten auf hellem Hintergrunde 15 Secunden, auf dunklem Hintergrunde 20 Secunden; Rembrand-Bilder um die Hälfte mehr. — In Wien wurde das erste photoelektrische Atelier im Februar 1882 von Stagel und Eckel errichtet (im I. Bez. Annagasse) und nach dem Van der Weyde-System eingerichtet; weil aber das Atelier zu einer ungünstigen Saison (Frühjahr) eröffnet worden war und die dort angewendete ältere Methode mit nassem Collodion Störungen mit sich brachte, so ging das Atelier in Folge mangelnden Zuspruches seitens des Publikums in wenigen Monaten ein.

Um eine gleichmässigere Beleuchtung zu erzielen, hat man, wie Ost (S. 468), bei Porträt- oder Gruppenaufnahmen zwei elektrische Flammen im Atelier verwendet, welche von verschiedenen Seiten Licht auf das Object warfen[1]).

Eine andere Einrichtung, als die Liébert'sche, hat Ronzelen in Berlin in seinem Porträt-Atelier angebracht (Fig. 137). Er besitzt eine Siemens'sche elektromagnetische Maschine von 2000 bis 3000 Kerzen, die von einer vierpferdigen Gasmaschine getrieben wird. Das Licht befindet sich nicht innerhalb des Papierreflectors, wie beim vorigen, sondern auf einem eisernen Postament, welches auf dem Fussboden steht und hin- und hergeschoben werden kann. Statt dem Van der Weyde'schen Beleuchtungsapparat traf Ronzelen anfangs folgende Einrichtung: Ein Metall-Reflector, in welchem das elektrische Licht sich befindet, wirft die Strahlen auf den ziemlich flachen, an der Decke aufgehängten Papierschirm von circa 2 m Durchmesser und erleuchtet diesen sehr hell. Dieser Schirm gleitet mittels Rollen auf stählernen Schienen und kann in jede beliebige Lage eingestellt werden. Das gedämpfte Licht strahlt auf das zu porträtirende Object zurück. Dadurch wird die Helligkeit auf 30 Proc. vermindert. Die Expositionszeit betrug bei Bromsilbergelatineplatten 9—10 Secunden. (Phot. Mitth. 1881. Bd. 17, S. 254 und 270.) Jedoch erlaubt diese Anordnung nicht jene bequeme Regulirung der Beleuchtung, wie das System Van der Weyde's und wurde deshalb aufgegeben.

Da eine einzige elektrische Lampe, selbst mit einem grossen Reflector, scharfe Schlagschatten gibt, so wendete Kurtz in New York 5—7 Bogenlampen an, die er so aufstellte, dass die grössere Anzahl derselben die Lichtseite beleuchtete, während die Minderzahl zur Aufhellung der Schatten diente. Eine jede Lampe wird dabei, eine grosse Blendung zu vermeiden, durch einen Bogen Seidenpapier bedeckt. Allein wenn auch auf solche Weise die Uebergänge zu den eigentlichen Schatten allmählicher werden, so bleiben sie doch eigentlich unvermittelt, indem jede Lichtquelle ihre eigenen Schlagschatten wirft; ausserdem wird auch das Modell von den vielen getrennten Lampen irritirt und statt des einen grösseren Lichtblickes, der sich auf dem Auge spiegeln sollte, erscheinen darauf ebenso viele Spiegelbilder. Kurtz erkannte diesen Uebelstand bald und suchte ihn durch Verbindung mit dem ihm patentirten Drehpodium zu vermeiden, bei welchem Modell und Camera auf einer Drehscheibe stehen. Allein die getrennten, zu scharfen Schatten werfende Lichtquellen bleiben doch immer und es ist zweifellos, dass es vielen Personen unangenehm ist, sich auf einem beweglichen Boden zu befinden.

Auch das photochemische Laboratorium der königlich technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg, unter der Leitung Dr. Vogel's stehend, besitzt seit dem Jahre 1885 zu Aufnahme- und Copirzwecken eine Installation mit elektrischem Lichte. Die Dynamomaschine vermag sechs Bogenlampen von Siemens, jede zu 1200 Kerzen Lichtstärke, zu speisen. Die Lampen sind auf zwei Gestellen vertheilt;

1) Phot. News. 1880. S. 37.

ines davon trägt vier Lampen, welche die Lichtseite des aufzunehmenden Gegenstandes erhellen, das andere zwei, welche zur Auflichtung der Schattenseite dienen. Beide Gestelle sind beweglich, so dass sie an beliebigen Punkten des Ateliers Aufstellung nehmen können. Die Lampen an den beiden Gestellen sind zum Senken und Heben eingerichtet, so dass die für jeden Fall zweckmässige Höhe derselben leicht erprobt

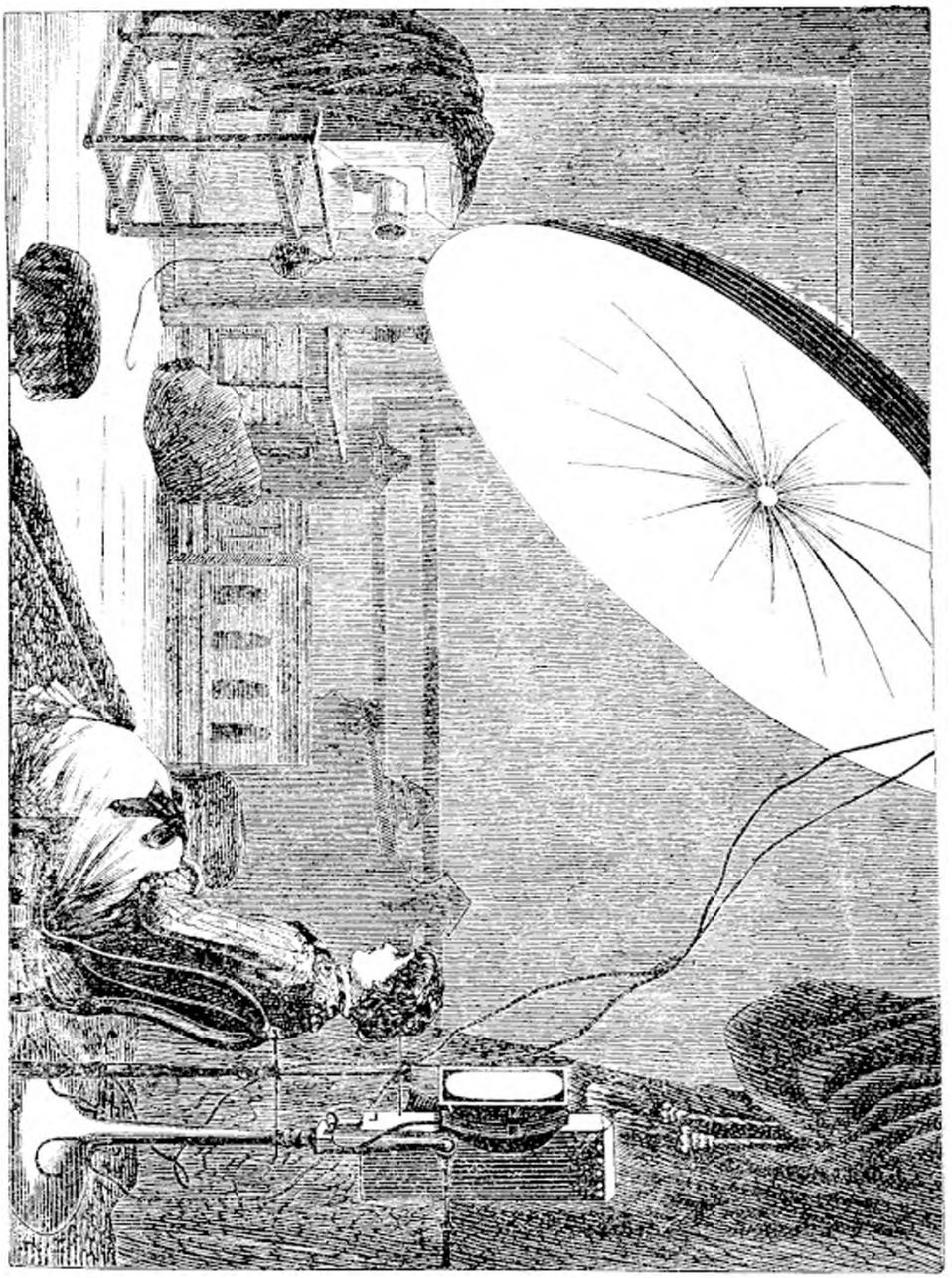


Fig. 137. Atelier bei elektrischem Licht von Ronzelen.

werden kann. Zur Diffusion des Lichtes besitzen die Lampen mattweiss gestrichene Reflectoren. Zweckmässig angebrachte Umschalter erlauben eine oder zwei Bogenlampen auszuschalten und dafür sieben oder vierzehn Swan-Glühlampen einzuschalten und die letzteren dann activirt zur Erleuchtung der Dunkelkammer etc. zu benutzen. Ihr Licht wird durch mit gelbem oder rothem Glas versehene Lampen gedämpft.

Für Porträtzwecke hält Hauptmann Himly[1]), welcher im Etablissement von Siemens und Halske in Berlin seine Versuche machte und elektrische Ateliers einrichtete, Combination des elektrischen Bogenlichtes mit dem Glühlichte für zweckmässig.

Das elektrische Bogenlicht wirkt leicht etwas hart, durch die Combination mit Glühlicht wird dasselbe gemildert. Fig. 138 zeigt die von ihm empfohlene Anordnung der Lampen bei der Combinirung von Bogenlicht (*A*) mit mehreren Glühlichtlampen. Während das Bogenlicht in dem Diffusor das Vorderlicht liefert, so geben die unter dem Krahne befestigten 2 Reihen von je 4 Glühlampen das Oberlicht und beleuchten vermittelst der dahinter angebrachten Hohlglasspiegel den Fussboden besser, welcher ohne das Glühlicht oft schwer kommt. Ausserdem ist eine weitere Reihe von 6 Glühlampen mit Hohlglasreflectoren zur Beleuchtung des Hintergrundes bis zum Fussboden abwärts bestimmt. Es kann durch Drehung des Krahnes rasch jede mögliche Beleuchtung gegeben werden mit und ohne Bewegung desselben während der Exposition. Er empfiehlt ferner die elektrische Einrichtung so zu treffen, dass das elektrische Bogenlicht ganz ausgeschaltet werden kann und sodann im Diffusor ein Brett, worauf ein Metallspiegel und mehrere Reihen Glühlampen befestigt sind, angebracht werden kann. Dieser Glühlampencomplex dient dann als Vorderlicht anstatt des Bogenlichts. Es lassen sich mit diesem System farbenrichtige Aufnahmen ohne Anwendung einer Gelbscheibe machen.

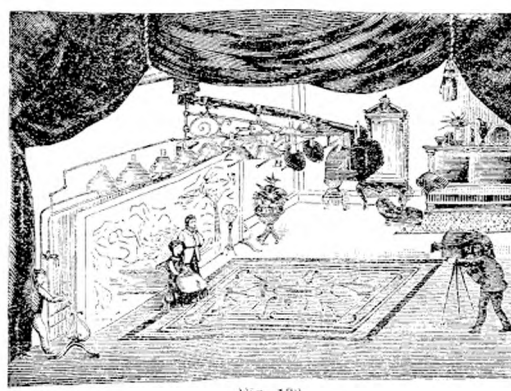


Fig. 138.

Wenn auch ein Atelier, das nur mit elektrischem Licht arbeitet, sich nur in seltenen Fällen rentiren dürfte, so kann man andererseits doch die Ausstattung grosser bestehender Ateliers mit elektrischem Licht in vielen Fällen sehr wohl anrathen. Man ist dadurch von jeder Witterung unabhängig, und dass es sich lohnt, beweisen die elektrophotographischen Ateliers in Paris, Berlin, Brüssel, St. Petersburg etc.

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1887. I. S. 133.

E) Elektrische Beleuchtung in Reproductionsateliers.

Das elektrische Licht hat für die Reproduction von Plänen, Landkarten, Gemälden eine weitaus grössere Bedeutung als für die Porträtphotographie. Es ist wegen der Gleichmässigkeit der Intensität des Lichtes und durch den Umstand, dass der Photograph leicht den richtigen Grad der Expositionszeit treffen kann, sehr wichtig; es werden die Resultate bei ein und demselben Genre von Arbeiten stets gleichartig sein und man hat es leicht in der Hand, das elektrische Licht in einem gewissen Winkel auf den Gegenstand fallen zu lassen, was bei Arbeiten aller Art von Wichtigkeit ist.

Reproductions-Anstalten, welche rasch eine grössere Anzahl liefern müssen, z. B. kartographische Institute, Kunstanstalten können dieser Anforderung in der ungünstigen Jahreszeit nur mittels der Anwendung des elektrischen Lichtes nachkommen.

Deshalb ist das elektrische Licht in dem geographischen Institute von Lissabon seit 1876 eingeführt, desgleichen in der Wiener Hof- und Staatsdruckerei, im militär-geographischen Institute in Wien, in Berlin, bei Meisenbach in München, bei Dr. E. Albert in München, bei S. Angerer in Wien etc.

Zur Aufnahme von Plänen werden meistens zwei Lampen angewendet, deren jede im Durchschnitte 1500 bis 3000 Kerzen Helligkeit gibt. Man stellt diese beiden Lampen zu beiden Seiten des zu reproducirenden Planes auf und beachte, dass der stärkste Licht-Effect vom Bogenlichte unter einem gewissen Winkel schräg nach abwärts fällt. Diese Zone der besten und gleichmässigsten Beleuchtung muss zum Photographiren benutzt werden.

Die Beleuchtung der Strichzeichnung bei der Aufnahme soll derart sein, dass Reflexe in den glänzenden Zeichnungsstrichen ausgeschlossen sind und trotz der Rauheiten des Papiers ein glattes homogenes Planium resultirt. Am besten entspricht die künstliche Beleuchtung durch mehrere symmetrisch angebrachte elektrische Bogenlampen, die soweit seitwärts situirt werden müssen, dass die erwähnten Reflexe entfallen. Für die Beleuchtung können nur jene Strahlen der Lampe in Betracht kommen, deren Intensitäten ungefähr gleich sind und nahe dem Maximum liegen. Diese ausnutzbaren Strahlen bilden ein Bündel von ca. 30 Grad Ausdehnung. Soll daher eine ganze Zeichnung, oder ein Theil derselben gleichmässig beleuchtet werden, so muss die Entfernung des Lichtpunktes mindestens der doppelten Ausdehnung der zu beleuchtenden Fläche gleichkommen. Um den Beleuchtungseffect zu steigern, ist es zweckmässig, die Achsen der Kohlen derart zu verstellen, dass der in der positiven Kohle entstehende leuchtende Krater an der dem Original zugewendeten Seite entsteht und die Lampen parallel mit dem Original um 45 Grad zu verdrehen, damit der lichtstarke ringförmige Raum in die Diagonale des Originals fällt. Eine mit 20 Ampère gespeiste Bogenlampe beleuchtet eine ein Meter entfernte Fläche mit derselben Intensität, wie sie einem guten Tageslichte zukommt. Das k. und k. mil.-geogr. Institut

benutzt für die Beleuchtung des Originals vier derartige Lampen, welche auf ein Meter Entfernung eine Fläche von einem Meter Länge und Breite mit einer dem zerstreuten Tageslicht gleichen Intensität erhellen, wobei jede Lampe eigentlich nur den vierten Theil der Fläche beleuchtet. Grössere Originale beleuchtet man aus grösseren Entfernungen, die Beleuchtungsintensität nimmt dann zwar sehr bedeutend ab, da man es aber in diesem Falle stets mit Reductionen zu thun hat, so ist dieser Umstand ohne Bedeutung[1]).

Am vollkommensten in dieser Art ist die Einrichtung, welche Freiherr von Hübl im militär-geographischen Institute in Wien getroffen hat und welche hier, als mustergiltig, ausführlicher beschrieben wird[2]).

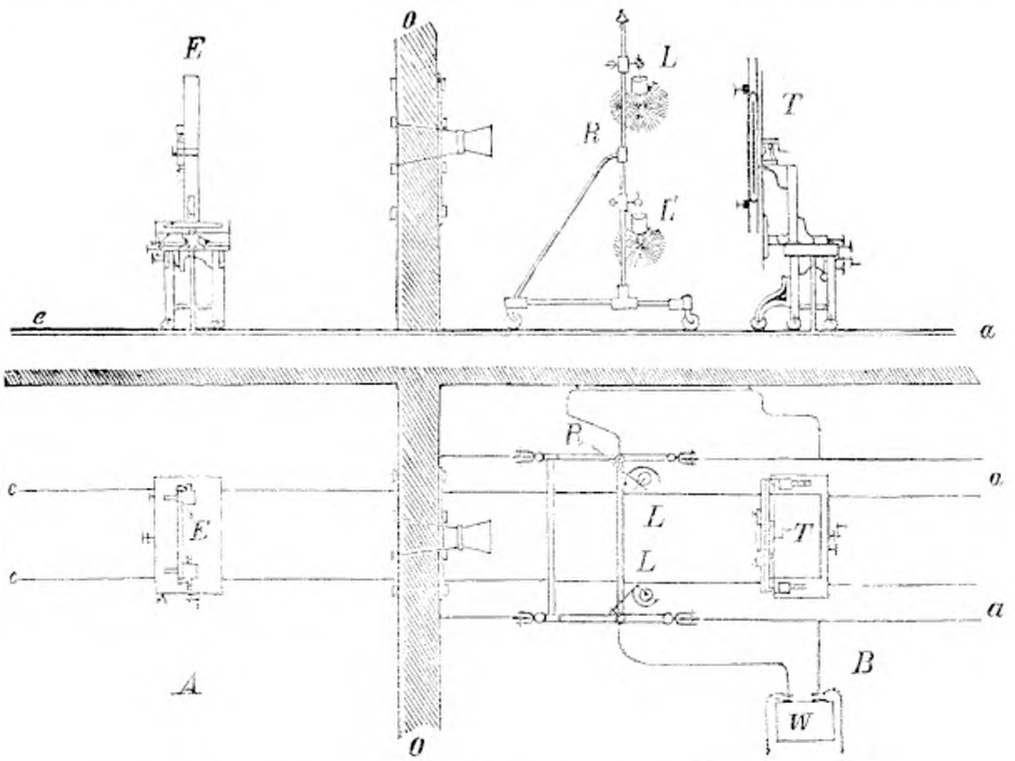


Fig. 139. Installation im k. k. militär-geographischen Institute zu Wien.

Das k. k. militär-geographische Institut hat zu Ende des Jahres 1888 das elektrische Licht für die Photographie installirt, so dass gegenwärtig alle Reproductionen ausschliesslich mit elektrischem Lichte hergestellt werden; dieselben erfolgen überdies auch ohne Verwendung einer Camera.

Die Installation der Beleuchtung wurde von der Firma Ganz & Comp. ausgeführt und besteht aus einer Gramme'schen Compound-Dynamomaschine, die zu ihrem Betriebe sieben Pferdekräfte benöthigt und damit einen Strom von 50 Ampère und 110 Volt Klemmenspannung liefert. Fig. 139 zeigt im Längen- und Querschnitt die Anordnung der betreffenden Locale.

1) Hübl, Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1890. S. 222.

2) S. Eder's Jahrbuch für Photographie für 1890. S. 223. Mittheilungen des k. und k. militär-geogr. Institutes. IX. Band. 1889.

Durch den erwähnten Strom werden im Belichtungszimmer B des Originals vier an einem eisernen fahrbaren Rahmengestelle R, entsprechend angebrachte Bogenlampen L, L des Systems Franzen gespeist, wobei jede Lampe 3000 Kerzen Lichtstärke liefert, und das Orginal mit einer Intensität von ca. 6000 Meterkerzen beleuchtet. Die positiven Pole dieser Lampen sind Dochtkohlen, die negativen Pole homogene Kohlestäbe, erstere 20 mm, letztere 8 mm dick, und es ist der negative Kohlestab excentrisch

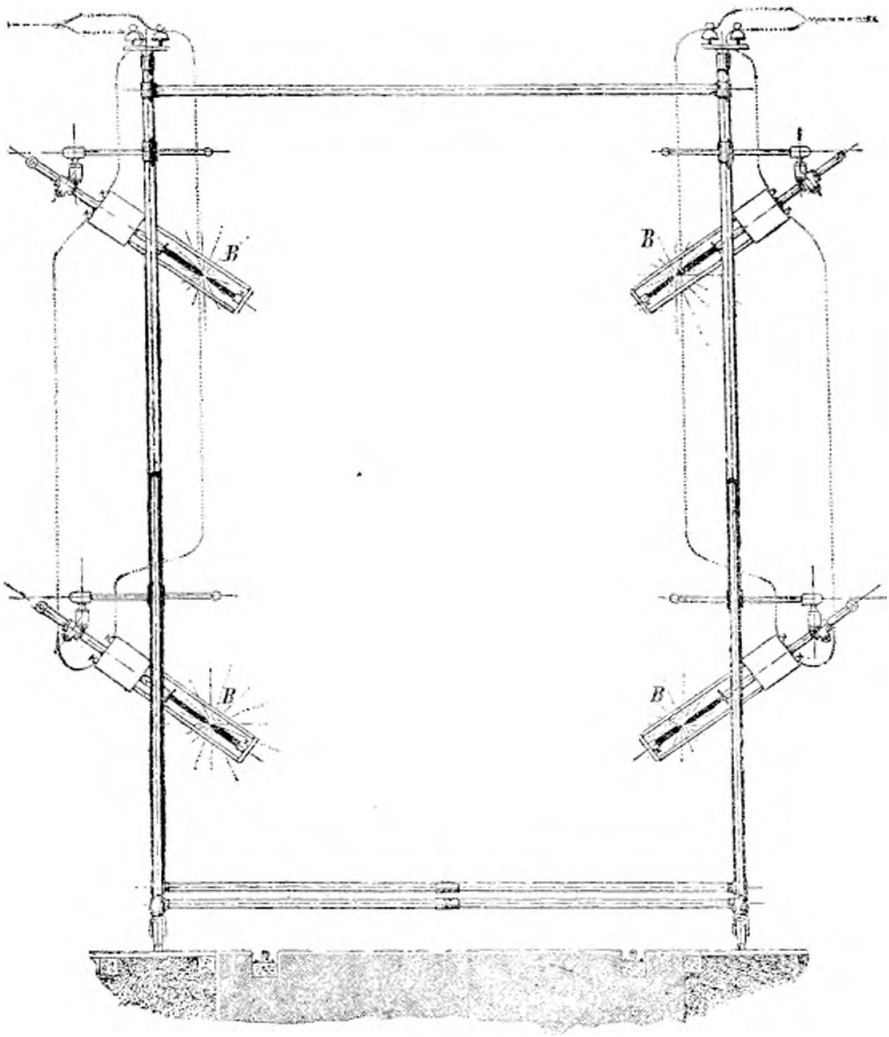


Fig. 140.

gegen den positiven Kohlestab gestellt, so dass dieser eine Höhlung in Form eines kleinen Concavspiegels bekommt und damit das Licht, in entsprechender Richtung auf das zu beleuchtende Original leitet. Die Lampen hängen zu zweien übereinander bei L und L' und haben die oberen Lampen die positiven Pole oben geschaltet, die negativen aber unten, wodurch das Licht der oberen Lampen mehr nach unten gerichtet, jenes der unteren Lampen aber mehr nach oben geleitet ist, somit das gesammte, von den vier Lampen ausgehende Licht das Original trifft und gleichmässig

beleuchtet. Je zwei Lampen sind mit einander parallel geschaltet. An der Wand bei W ist ein Vorschaltwiderstand und zwei Ampèremeter in die Leitungen geschaltet, um die Stromstärke zu reguliren.

Fig. 140 und 141 zeigt die Gestalt dieses Rahmens. Die vier Bogenlampen B sind circa 45 Grad gegen die Horizontale geneigt und die Achsen der Kohlen sind, wie erwähnt, gegeneinander verstellt.

Die Dynamomaschine ist gemeinschaftlich mit der Dampfmaschine in einem circa 40 m vom Atelier entfernten Maschinenhause untergebracht.

Die Leitungen sind an der Decke des Locales befestigt und durch 4 m lange Kabel über die Porzellanisolatoren des Rahmens mit den Lampen verbunden. Der Beleuchtungsrahmen kann daher von seiner Mittelstellung ca. 3 m nach vor- und rückwärts verschoben und in eine der jeweiligen Stellung des Originals entsprechende Position gebracht werden.

Die Lampen functioniren meist entsprechend, erfordern aber selbstverständlich ein zeitweiliges Richtigstellen der Kohlen, und müssen, wenn die Lichtpunkte infolge Abbrennens der Kohlen zu weit herabrücken, entsprechend gehoben werden.

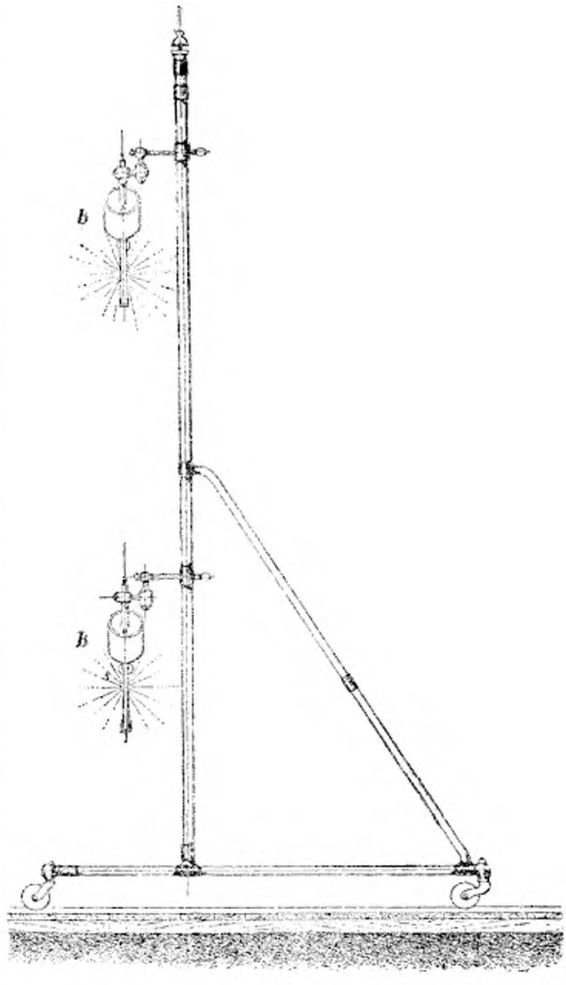


Fig. 141.

Der das Original tragende Tisch T ruht mit Rollen auf einer eisernen Schienenbahn a, a, und lässt sich dem Objectiv nähern oder davon entfernen. Der Tisch selbst hat mechanische Vorrichtungen in Form von Schrauben und Drehachsen, um damit das Original zu heben, zu senken, nach links und rechts um eine verticale Drehachse, nach oben und unten um eine horizontale Drehachse zu bewegen und zu verstellen, um das Originalbild mit seiner Mitte in die optische Achse des photographischen Objectives und parallel zur Einstellpatte im Aufnahmezimmer zu bringen.

In der Wand bei O, welche den Lichtraum vom Aufnahmeraum trennt, befindet sich die Oeffnung für das an der Seite des Lichtraumes fest angemachte Objectiv.

Im Aufnahmeraum *A*, welcher beim Hantiren des Einstelltisches mit Glühlicht entsprechend beleuchtet wird, läuft auf einer Schienenbahn *cc* der Einstelltisch *E* für die lichtempfindliche Platte. Er lässt in analoger Weise, wie dies beim Original-Tragtisch erörtert wurde, die Bewegung nach allen Richtungen zu, wodurch das Einstellen des Lichtbildes auf eine bestimmte Dimension in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit ohne viele Schwierigkeiten vor sich geht. In sinnreicher Art wird dann an Stelle der Einstellscheibe die lichtempfindliche Platte gesetzt, die Glühlampe abgestellt, das Objectiv geöffnet und die Exposition gemacht. Je nach dem Charakter des Originals, dann ob verjüngt, in gleicher Grösse oder mit Vergrösserung gearbeitet wird, schwankt die Expositionsdauer zwischen 2 und 8 Minuten.

Da aber für jede Grösse des Originals mit Rücksicht auf das Verhältniss der Grösse der Aufnahme zur Reproduction im Lichtraume das Original auf ganz bestimmte theoretisch-practisch ermittelte Distanz zum Objectivapparat gestellt wird, so hat der Einstelltisch im Aufnahmeraume auch schon eine voraus bestimmte Entfernung von der Wand des Locales, aus deren Oeffnung die Lichtstrahlen kommen, daher handelt es sich dann nur noch, die feine Einstellung zu geben, was ganz wenig Zeit in Anspruch nimmt und damit ist, wie gesagt, die Arbeit des Einstellens verhältnissmässig sehr kurz [1]).

F) Anwendung des elektrischen Lichtes zum Copiren.

Wegen seiner Wirksamkeit kann elektrisches Licht auch zum Copiren auf Chlorsilberpapier, Chromatgelatine und ähnliche Präparate benutzt werden, jedoch findet es in dieser Richtung keine so bedeutende Verwendung als zu Negativaufnahmen.

Beim galvanischen Lichte einer Way'schen Quecksilber-Lampe können Negative auf Chlorsilberpapier ganz gut copirt werden, wie Bedfort durch seine Vorlagen in der Londoner photographischen Gesellschaft 1861 bewies. Das Licht besitzt aber eine eigenthümlich durchdringende Kraft, weshalb die Negative ziemlich dicht sein müssen, dichter als für das Copiren bei zerstreutem Tageslicht [2]).

Für Copien auf Albuminpapier ist jedoch gegenwärtig das elektrische Licht in der Praxis kaum geeignet; ein Bogenlicht von 6000 Kerzen Helligkeit gab bei einem Versuche, bei einem Abstande von 2 m, auf gesilbertem Albuminpapier in einem Warnerke-Sensitometer nach 15 Minuten die Nummer 20, während das zerstreute Tageslicht an einem Novembertage (Mittags), als die Sonne hinter Wolken stand, in 10 Minuten und die Sonne selbst $2^1/_2$ Minuten denselben Effect hervorbrachte. Elektrisches Licht ist also für derartige gewöhnliche Copirzwecke zu kostspielig.

Woodbury wendete 1866 zuerst das ohne Batterie mittels eines elektro-magnetischen Apparates erzeugte elektrische Licht zur Erzeugung seiner Photoreliefmatrizen an [3]). Er beobachtete, dass das elektrische

1) Vergl. Volkmer, Phot. Corresp. 1889. S. 416.

2) Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1862. Bd. 5, S. 20. Phot. News. 1861. Bd. 5, S. 279.

3) Phot. Archiv. 1866. S. 227.

Licht härtere Copien als das Sonnenlicht gab und dass er länger als in der Sonne exponiren musste [1]).

Dujardin in Paris stellt mittels des elektrischen Lichtes die Chromatgelatineplatten her, welche er zur Herstellung der Druckplatten für die Photogravure und Zinkographie braucht: die Chromatgelatine wird zu diesem Zwecke unter einem Negativ nur 20 bis 40 Minuten belichtet [2]).

Nach Rodriguez macht man im Geographischen Institut in Portugal von dem elektrischen Lichte einen noch ausgedehnteren Gebrauch. Daselbst wird eine Gramme'sche magneto-elektrische Maschine verwendet, welche ungefähr 2000 Kerzen Leuchtkraft hat und 60 Bunsen'schen Elementen (von 20 cm) äquivalent ist. Das elektrische Licht dient nicht nur für die Belichtung der mit Chromatgelatine überzogenen Papiere und Platten, sondern auch für Asphaltschichten, sowie zur Erhellung der Pläne und Karten etc., welche mit der Camera (nasser Negativprocess) aufgenommen werden sollen. Demgemäss können photolithographische Umdruckpapiere und Heliographien auf Kupfer und Zink bei elektrischem Licht hergestellt werden [3]).

Garnier exponirte seine Zucker-Chromat-Platten für Heliogravure unter einem Diapositive dem elektrischen Lichte 3 Minuten, während er in der Sonne 1 Minute brauchte [4]).

Meisenbach in München benutzte seit 1882 zum Copiren seiner Autotypplatten das elektrische Bogenlicht. Die Exposition betrug bei einer Helligkeit von circa 1200 Kerzen ungefähr 5—$5^1/_2$ Stunden, während er in der Sonne ungefähr 2 Stunden belichtete (Phot. Corresp. 1883. S. 328). J. Löwy in Wien versuchte das Copiren von Lichtdruckplatten und musste bei einem Bogenlichte von ungefähr 3000 Kerzen beiläufig 15 Minuten exponiren.

Das elektrische Licht wirkt auch auf Papier (s. S. 179) vergilbend und auf Farbstoffe bleichend ein. Miller stellte in München 1882 Versuche mit einer Beleuchtungsdauer von 200—300 Stunden an: auf alle Farbstoffe wirkte das Sonnenlicht kräftiger als das elektrische Licht, jedoch bleichte auch das letztere viele Farbstoffe, namentlich Anilinfarben (Phot. Corresp. 1883. S. 328). Prof Perger am technologischen Gewerbemuseum prüft die Licht-Echtheit der Farben durch Aussetzen an ein sehr starkes, durch Brenngläser concentrirtes Bogenlicht (Bericht des technolog Gewerbemuseums in Wien. 1890).

1) Ibid. 1868. S. 49.

2) Diese Daten wurden auch von Regierungsrath Volkmer in seiner Abhandlung (Phot. Corresp. 1889. S. 419) benutzt.

3) Rodriguez, La section photographique de la direction générale des travaux geographiques du Portugal. 1877. S. 20.

4) Phot. Mitth. 1882. Bd. 18, S. 242.

G) Elektrisches Licht bei Vergrösserungen.

Die Anwendung des elektrischen Bogenlichtes zur Vergrösserung kleiner photographischer Aufnahmen bis zur Lebensgrösse wurde in der photographischen Praxis mit bestem Erfolge eingeführt.

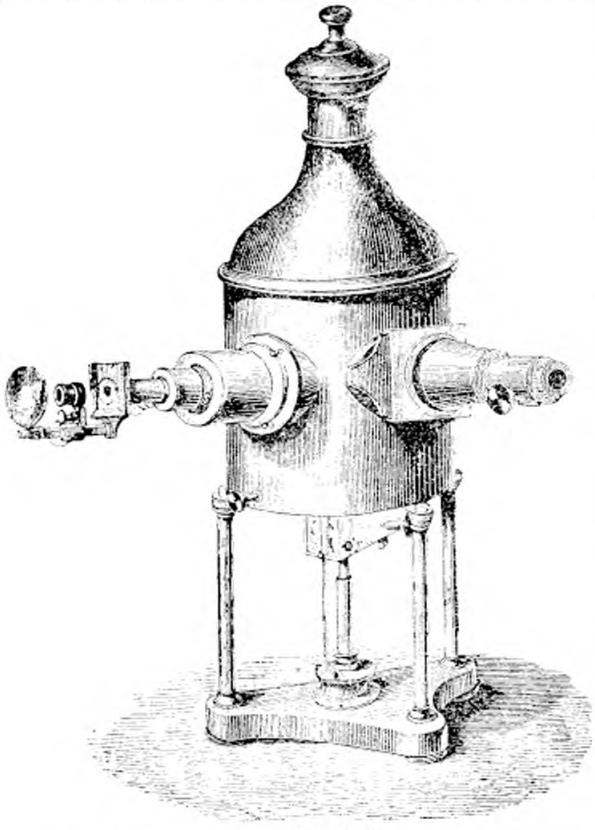


Fig. 142.
Dubosq's Vergrösserungsapparat mit elektrischem Licht.

Einen derartigen Vergrösserungsapparat legte Dubosq[1]) am 15. Februar 1861 der französischen photographischen Gesellschaft vor. Dieser Apparat bestand aus einem kupfernen Kasten und Säulen, auf einem Holzsockel angebracht (Fig. 142).

Im Mittelpunkte des Gehäuses befinden sich die zwei Kohlenspitzen $+B$ und $-B$ (Fig. 143), die mittels des Regulators mit einer Batterie von 50 Elementen in Berührung gebracht wurden und die eine 5 mal geringere Lichtkraft gaben, als die Sonne bei gleichen Oeffnungen für den Durchgang des Lichtes. Ein System zwei planconvexer Linsen (Condensatoren) war etwas jenseits seines Brennpunktes in Bezug auf das Kohlenlicht derart angebracht, dass man einen Kegel von convergirenden Strahlen erhielt, in dessen Richtung ein Doppelobjectiv E, das vergrössernde System des Apparates zu stehen kam, welches das Bild des zu vergrössernden Negatives D, das sich nahe der Linsen C befindet, vergrössert. Ein concaver Spiegel A ist hinter dem leuchtenden Flammenbogen angebracht und concentrirt die Strahlen

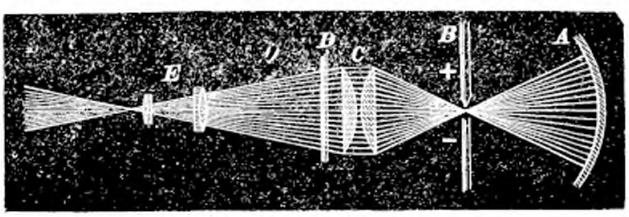


Fig. 143. Dubosq's Vergrösserungsapparat mit elektrischem Licht.

auf den Flammenbogen selbst, so dass dessen Glanz um das Doppelte verstärkt wird.

Einen ähnlichen Apparat benutzte Liesegang[2]) anfangs der Sechziger Jahre und das Princip ist heute noch beibehalten, wenn auch die Form sich mannigfach

1) Bulletin Soc. franç. Bd. 7, S. 58. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. Bd. 4, S. 55.
2) Liesegang, Handb. d. photogr. Verfahren mit Silberverbindungen. 1880. S. 480.

geändert hat, worüber weiter unten (Capitel Vergrösserungen) ausführlich berichtet werden wird.

Thouret legte im Juni 1864 der französischen photographischen Gesellschaft Vergrösserungen bei elektrischem Licht auf Chlorsilberpapier vor[1]).

In grossartigem Massstabe wendet Winter in Wien seit 1877 bei der Herstellung seiner Vergrösserungen auf Leinwand etc. (Linographien) das elektrische Licht einer Siemens'schen Maschine an. Er arbeitet hierbei mit demselben Lichte nach drei Seiten hin (s. Fig. 144).

Das elektrische Licht befindet sich bei *a*; bei *b* sind die Condensatoren und bei *c* die zu vergrössernden Negative mit den Vergrösserungslinsen, ähnlich wie in der nebenstehenden Zeichnung ersichtlich, angebracht; bei *d* befindet sich die Leinwand auf Schirmen aufgespannt, welche mittels Rollen auf Schienen laufen; durch Zwischenwände *d* sind die drei Räume separirt.

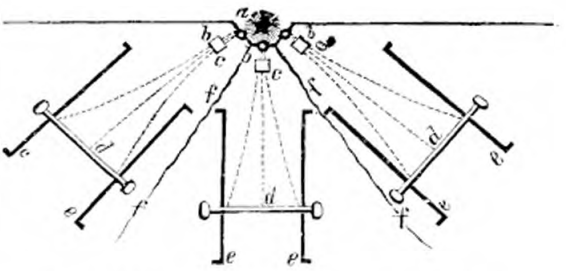


Fig. 144. Winter's Vergrösserungsapparat.

Das sensibilisirte (Jodbromsilber haltige) Gewebe wird, wie sonst bei Vergrösserungen exponirt und zwar je nach dem Massstabe der Vergrösserung und der Dichte der Negative 1 bis 5 und 15 Minuten und darüber, nämlich so lange, bis das Bild sichtbar zu werden beginnt, wonach mit saurer Pyrogalluslösung entwickelt wird. — Heid in Wien exponirt seine Vergrösserungen auf Chlorsilberpapier und Leinwand beim Licht einer Siemens'schen Maschine gleichfalls bis das Bild schwach sichtbar ist und entwickelt dann mit Gallussäure; beim Vergrössern einer Visitkarte auf halbe Lebensgrösse dauert dies ungefähr 10 bis 15 Minuten.

Das elektrische Licht wurde auch zu directen Vergrösserungen auf Platinotyppapier benutzt und zwar in New-York schon seit 1879 mit Erfolg; das Licht wurde in den Brennpunkt einer Sammellinse gebracht und nach einem Negativ das vergrösserte Bild auf ein Platinpapier entworfen. Die Exposition betrug 5 bis 30 Minuten.

Weiteres über Vergrösserungsapparate etc. s. das betreffende Capitel.

Auch für directe Vergrösserung von kleinen Negativen auf Bromsilbergelatinepapier mit Entwickelung findet mit vielem Erfolge das elektrische Licht Anwendung, welches namentlich in jenen Fällen den anderen künstlichen Lichtquellen überlegen ist, in welchen sehr dichte Negative vorliegen. Die Eastman-Company in London vergrössert bei einem elektrischen Bogenlichte von mehreren Hundert Kerzen und verwendet hierbei das unter dem Namen „Eastman-Papier" bekannte Bromsilbergelatinepapier.

1) Bulletin Soc. franç. Phot. 1864. S. 169.

Für Projectionszwecke, namentlich zum Projiciren von Diapositiven, Photographien etc. für grosse Auditorien sind elektrische Projectionsapparate unentbehrlich: diese werden namentlich von der Firma J. Plössl in Wien, ferner von Krüss in Hamburg angefertigt.

Der Plössl'sche grosse Projectionsapparat, über welchen schon im Jahre 1884 von Dr. G. Gärtner in den medicinischen Jahrbüchern der Gesellschaft der Aerzte zu Wien berichtet wurde, ist durch seine Einfachheit und vorzüglichen Leistungen hervorragend[1]). Derselbe besteht aus einer grossen hölzernen Camera (Fig. 145), einer elektrischen Lampe und dem Bildmikroscope. Die elektrische Bogenlampe kann ihren Strom sowohl von einer grossen Batterie, als auch von einer Dynamomaschine, wie das in dem Wiener physiologischen Institute geschieht, erhalten. Die Leuchtkraft der Lampe beträgt für starke Vergrösserungen gegen 2500 Normalkerzen. Dieselbe ist ähnlich construirt, wie der in No. 9, Seite 137, 1884 der „Elektrotechnischen Rundschau" abgebildete elektrische Handregulator von Sautter-Lemonnier, welcher für die Projectionsbeleuchtung feindlicher Kriegsschiffe bekanntlich schon seit mehreren Jahren eine grosse Rolle spielt. Der Regulator (Fig. 145 *L*) besteht ebenfalls aus einer Spindel, auf welche ein doppeltes Schraubengewinde *m* und *m'* eingeschnitten ist. Die oben rechtsläufige und unten linksläufige Schraube verhält sich in Bezug auf ihre Fortbewegung wie 2 : 1 gemäss dem ungleichmässigen Abbrennen der beiden Kohlenstifte und werden bei *A* regulirt. Die Klemmen *KK'* (Fig. 145) tragen die Kohlenstäbe, die Schraube *B* dient zum Heben und Senken der Lampe, während die Schraube *C* zum Verschieben derselben nach rechts und links, die Schraube *D* zum Fortbewegen des Handregulators nach vorn oder rückwärts bestimmt ist. Der Kasten *N* ist aus Eichenholz gefertigt, 45 cm breit, 74 cm lang und 90 cm hoch. Die Seiten sind mit grossen Thüren und runden, mit rothen Scheiben ausgefüllten Schöffnungen versehen. Infolge der Grösse des Kastens werden dessen Wände nur wenig erhitzt. Zudem sind oben und unten Oeffnungen angebracht, damit Lufteireulation stattfinden und die heisse Luft nach oben entweichen kann. Die Camera *N* ist auf einen mit einer Klappe versehenen Rolltisch *V V* fest aufgeschraubt. Die an dem Kasten *N* vorne angebrachte Schraube *E* dient zur Verschiebung einer hinter der Beleuchtungslinse befindlichen Blendung. Die Blendungen von verschiedener Grösse sind in die Drehscheibe *D* eingeschnitten. Die Präparate werden durch die Scheibe *W* mittels des federnden Halters *M* festgehalten und ist auch bei *W* eine Vorrichtung angebracht, um lebende Präparate unter dem Einflusse eines schwachen elektrischen Stromes beobachten zu können. Bei *S* befindet sich eine Flügelschraube, mittels deren die Lampe in beliebiger Neigung fixirt wird. Zwischen den Beleuchtungslinsen (Condensatoren) *r s* und dem Mikroscope *M* ist ein konischer Behälter *R* angebracht, der immer mit Wasser gefüllt ist, um ausstrahlende Wärme zu absorbiren und demgemäss die Präparate vor Zerstörung zu wahren. Bei *T T'* wird dieses hermetisch schliessende und sehr exact gearbeitete Wassergefäss gefüllt, bei dem Hahne *T''* kann das Wasser abgelassen werden. Auch ist es mittels dieser Vorrichtung möglich, bei übermässig grosser Wärmeentwickelung einen perpetuirlichen Wasserstrahl mittels anzuschraubender Gummischläuche durch das vollkommen gefüllte Gefäss *R* gehen zu lassen, um solches fortwährend auf gleicher Temperatur zu erhalten. Die Länge der Wassersäule *R* beträgt ca. 30 cm, die vordere und hintere Wand des Wasserreservoirs sind aus planparallelen Spiegelgläsern hergestellt.

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1888, S. 396.

Das Mikroscop gleicht einem mit vorzüglichen achromatischen Linsen versehenen Sonnenmikroscop. *A* stellt den Tubus zum Anschrauben der Objective dar, *B* ist der Trieb zum groben Einstellen, *C* die Mikrometerschraube, *D* ist eine vor dem Objecte je nach Bedarf anzubringende Blende. Bei den Experimenten, welche

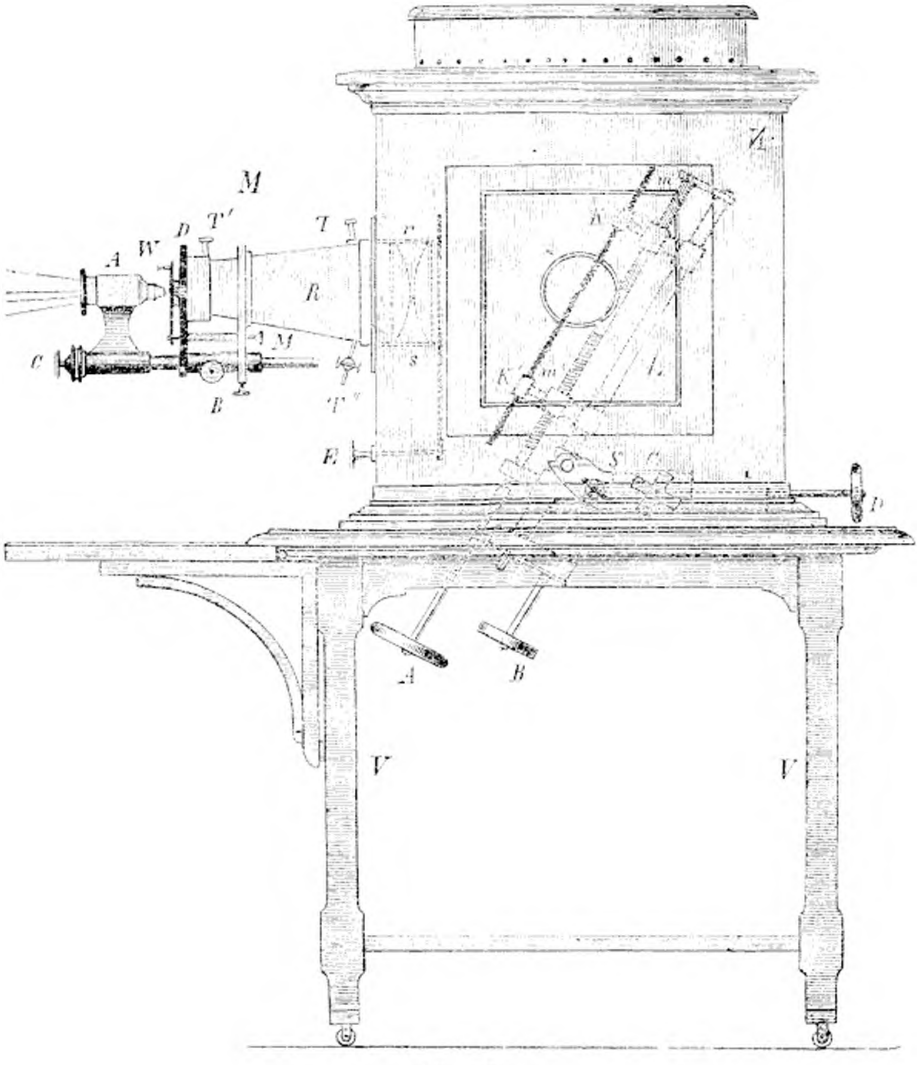


Fig. 145.

mit dem Plössl'schen Bild-Mikroscope zu Wien angestellt worden sind, hat sich herausgestellt, dass bei Benutzung der Kühlvorrichtung es überflüssig ist, dem Wasser noch Alaun zuzusetzen.

Die Lampe wird in den Kasten *N* schief gestellt, weil der das meiste Licht gebende Krater an der oberen Kohle sich befindet und durch die Schiefstellung des Apparates sein Licht seitlich abgibt, während bei gerader Stellung das Licht nach

unten geworfen würde. Die Polklemmen für die Stromzuleitung sind ausserhalb an dem Kasten angebracht und gelangt der Strom durch Schleiffedern in geeigneter Weise an die elektrische Lampe. Durch die verschiedenartige Hin- und Herbewegung des Lichtpunktes wird der auf das Object fallende Lichtkegel in einer dem Brennpunkte näheren oder entfernteren Stelle durch das Präparat abgeschnitten. Je grösser die Präparate sind, desto kürzer wird der Lichtkegel, desto grösser die Fläche des Kegelschnittes und desto geringer darf die Intensität der Beleuchtung sein; je kleiner aber die Präparate sind, je stärker infolge dessen die Vergrösserung sein muss, um so länger wird der Lichtstrahl werden müssen und um so kleiner, aber auch heller die

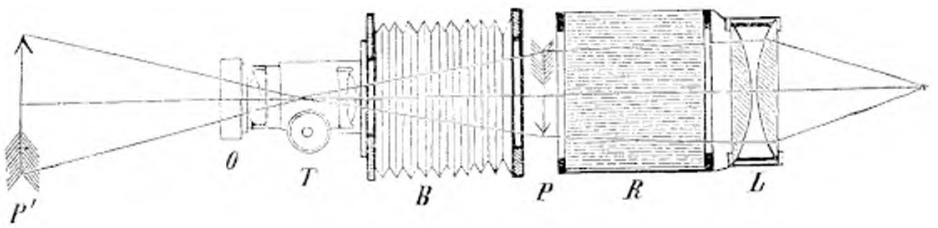


Fig. 146.

Abschnittsstelle des Lichtconus, welcher das Präparat zu beleuchten hat. Die betreffenden Vorrichtungen machen es möglich, selbst mit den stärksten Immersionssystemen hinreichend lichtstarke Bilder auf der weissen Wand des Auditoriums zu erzeugen. Die Wand besteht im Wiener Institut unter Vermeidung von Leinwand oder Papier

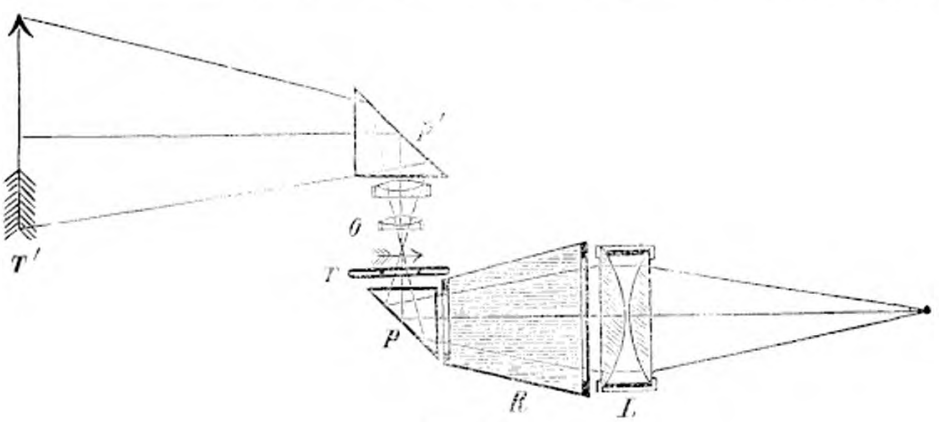


Fig. 147.

aus fein präparirtem Gyps, der in einen starken eisernen Ring gegossen und auf seiner ganzen Fläche auf das Feinste geglättet ist.

Die Ermittelung der Vergrösserung eines Objectes durch ein bestimmtes Objectiv wird in der Weise vorgenommen, dass man ein Glas-Mikrometer als Object in das Mikroscop bringt, die auf der weissen Wand vergrössert erscheinenden Theilstriche abmisst und in das Mass den Durchmesser der Mikrometertheilung dividirt. Mit dem geschilderten Instrumente können Vergrösserungen von 370 bis 8000 linear bei einer Schirmdistanz von 435 cm erzielt werden. Um die feinsten Details auch von der Ferne zu erkennen, ist es empfehlenswerth, sich guter Operngläser bei den einschlägigen Vorstellungen zu bedienen. Ein rothes Blutkörperchen des Menschen er-

scheint z. B. als eine Scheibe von 6 cm Durchmesser; farblose Blutkörperchen haben bei gleicher Vergrösserung (Immersionslinse No. 10 von Seibert) einen Durchmesser von 12 bis 18 cm und kann man die lebhaften amöboiden Bewegungen eines solchen Gebildes sehr deutlich von allen Stellen des Auditoriums aus wahrnehmen.

Sollen Körperchen in Flüssigkeiten, kleine zu physiologischen Experimenten benutzte Thiere oder lebende Embryonen mittels des geschilderten Instrumentariums untersucht oder gezeigt werden, so wird an Stelle des horizontalen Mikroscopes M (Fig. 146) die Prismenvorrichtung PP' (Fig. 147) angeschraubt. L sind die Beleuchtungslinsen, R das mehrerwähnte Wassergefäss, P das untere Prisma oder an dessen Stelle ein gut geschliffener Planspiegel, darüber der Objecttisch T, dann folgt das Objectivsystem O, und schliesslich P', das obere Prisma. Die Lichtstrahlen werden von dem unteren Prisma total reflectirt, durch das Präparat, das hier durch einen Pfeil bezeichnet ist, hindurchgeleitet, das Bild des Präparates durch die Linse vergrössert und mittels des oberen Prisma P' auf die weisse Wand des Auditoriums nach T' geworfen.

In Fig. 147 ist eine weitere Vorrichtung abgebildet, welche für die Projection grosser Präparate, z. B. von Hirnschnitten oder Durchschnitten von ganzen Organen, sowie von durchsichtigen Abbildungen sich eignet. An die Beleuchtungslinse L wird das Wassergefäss R angefügt, vor dem sich das zu vergrössernde Bild, hier ein Pfeil, befindet. Vor das Bild setzt man das Objectiv, am besten ein photographisches Porträtobjectiv, das mittels des Blasebalges B dem Objecte P genähert werden kann. Die feinste Einstellung des Objectives O geschieht mittels der Schraube T.

Zur Erzeugung von Projectionsbildern mittels elektrischen Lichtes kann übrigens, da dasselbe, wenn richtig gehandhabt, feuersicher ist, ein jeder kubische oder rechteckige Holzkasten, oder eine ganz gewöhnliche hohe Blechlaterne, Fig. 148, verwendet werden. Ein selbst regulirender oder mit Handregulator versehener Ständer für das elektrische Licht wird in den Innenraum der Laterne so gestellt, dass das Licht der beiden Kohlenspitzen auch hier gerade im Centrum der hinter dem Objective anzubringenden Condensatoren sich befinde. Für alle Fälle muss die eine Seite der Laterne leicht zugänglich, bei dem Gebrauche aber mit einem lichtdichten schwarzen Tuche verhängt sein, um Unregelmässigkeiten im Abbrennen der Stifte durch Nachhelfen mit der Hand ordnen zu können.

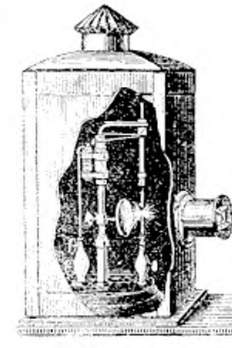


Fig. 148.

H) Verwendung des elektrischen Bogenlichtes zur Mikrophotographie.

Das elektrische Bogenlicht ist sehr geeignet zur Mikrophotographie und es liefert die Firma Zeiss in Jena eigene Lampen (von Siemens & Halske) von 1200 Kerzen Stärke und einem Condensorsystem: eine mit kaltem destillirten Wasser gefüllte, mit Spiegelglaswänden versehene

Wanne dient zur Kühlung der Strahlen, deren grosse Wärme schädlich auf das Mikroscop wirken könnte. Zum Schutze des Condensors ist zwischen diesem und dem Bogenlichte eine Glimmerplatte eingeschaltet. Betreffend die Anordnung dieses Apparates und dessen genauerer Beschreibung verweisen wir auf Marktanner-Turneretscher's „Mikrophotographie" (1890. S. 124), sowie Dr. Neuhauss, „Lehrbuch der Mikrophotographie" (1890), und Stein, „Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung".

III. Das Magnesiumlicht.

Wird metallisches Magnesium mittels einer Spiritus- oder Gasflamme an der Luft erhitzt, so entzündet es sich und verbrennt unter Entwickelung eines weissen Dampfes von Magnesiumoxyd mit glänzendem bläulichweissen Lichte nach der Gleichung: $Mg + O = MgO$,

Magnesium + Sauerstoff = Magnesiumoxyd.

Das letztere entweicht in Form eines weissen Rauches, welcher sich als weisses Pulver wieder absetzt. Dieses Licht ist sehr actinisch. Dank seines Reichthumes an stärker brechbaren Strahlen (blau, violett, ultraviolett): das Spectrum des brennenden Magnesiums ist ein nahezu continuirliches (vom glühenden festen Magnesiumoxyd herrührendes [1]), jedoch treten mehrfach Magnesium-Linien (vom glühenden Magnesiumdampf herrührend) in demselben auf.

Das Magnesium gibt ein sehr wirksames und bequem herzustellendes Licht, dessen Kosten nicht beträchtlich sind, sobald es sich nicht um lange Expositionen handelt. Zufolge des in den letzten Jahren bedeutend gesunkenen Preises spielt es eine bedeutende Rolle in der Photographie, namentlich dadurch, dass man im Stande ist mittels Magnesiumpulver ein äusserst rasch verbrennendes Licht, sog. Magnesiumblitzlicht zu erhalten, wodurch Momentaufnahmen bei künstlichem Lichte möglich wurden. Dadurch, dass man nunmehr ohne jede Schwierigkeit und ohne kostspielige Maschinenanlagen (welche z. B. die Einführung des elektrischen Lichtes erschweren) Interieurs, Höhlen, ja sogar Porträte und Gruppen bei Magnesiumlicht herstellen kann, errang sich dasselbe eine grosse Verbreitung. Allerdings ist Licht nicht zu ebenso anhaltend starker Wirkung zu steigern, wie dies beim elektrischen Lichte möglich ist, und ferner ist die Rauch-Entwickelung für eine längere Beleuchtungsdauer mitunter hinderlich, so dass das Magnesium-

1) Es ist das Spectrum des brennenden Magnesiums in seiner Intensitätsvertheilung sehr ähnlich demjenigen des Knallgas-Kalk- oder Knallgas-Magnesia-Lichtes.

licht nicht darauf Anspruch erheben darf, das elektrische Licht zu verdrängen. Allein in vielen, weiter unten näher beschriebenen Fällen ist das Magnesiumlicht unersetzlich.

A) Geschichtliches.

Bunsen und Roscoë machten 1859 auf die bedeutende chemische Wirkung des brennenden Magnesiums aufmerksam. Sie erkannten dessen Werth als einfaches und sicheres Mittel zu photochemischen Massbestimmungen und als Erleuchtungsmaterial (Poggend. Annalen. Bd. 108, S. 266).

Fast gleichzeitig mit den Genannten machte Crookes dieselbe Beobachtung und experimentirte sofort mit dem Magnesiumlicht, um es zu photographischen Aufnahmen zu benutzen (Phot. Archiv. 1864. S. 449).

Erst um das Jahr 1864 wurde das Magnesium in ausgedehnterem Masse photographisch verwendet, weil es mittlerweile fabriksmässig erzeugt und in den Handel gebracht worden war.

Zur Erzeugung von photographischen Porträtaufnahmen wurde das Magnesiumlicht von Brothers in Manchester mit Erfolg verwendet. Er nahm ein Porträt von Prof. Faraday vor dem versammelten Publicum nach einer Vorlesung in der „Royal Institution" auf[1]). Im Juli 1864 wurden in Berlin die ersten gelungenen Versuche durch H. W. Vogel in Gegenwart von Carl, Suck, Rémelé, Poggendorff gemacht, wobei mit nassen Platten und Eisenvitriol-Entwickelung eine Exposition von 55 Secunden und 19¼ g Draht erforderlich waren[2]).

Brothers (1864) fand schon, dass die bei concentrirtem Magnesiumlicht aufgenommenen Porträte hart sind und deshalb das zerstreute Magnesiumlicht vorzuziehen ist. Ein Stück flachen Spiegels, das im Hintergrunde des Brenners befestigt ist, passt sehr gut.

Maddox verwendete es 1864 bei vergrösserten Aufnahmen mikroscopischer Objecte (Photomikrographie[3]).

Piazzi und Smith machten 1865 interessante Aufnahmen im Innern der grossen ägyptischen Pyramide[4]).

Geldmacher erhielt bei Magnesiumlicht Porträte in 70 Secunden (wenn er bei Tageslicht 5 Secunden nothwendig hatte) und Gypsmodelle in 45 Secunden. Transparentpositive nach Negativen waren in 2 Secunden ausexponirt (nasses Collodion-Verfahren). Auf Chlorsilberpapier wurde unter einem Negativ nach 5 Minuten nur ein sehr schwaches Bild erhalten, wobei allerdings für einen genügend kräftigen Abdruck 1½ bis 2 Stunden nothwendig gewesen wären[5]).

Nadar, welcher die Pariser Katakomben bei elektrischem Lichte photographirt hatte (s. S. 468), bediente sich bei Aufnahme der unterirdischen Canalbauten der Einfachheit halber des Magnesiumlichtes. Leth in Wien nahm (um das Jahr 1865) den Sarkophag der Maria Theresia in der Kaisergruft Abends bei demselben Lichte auf und Fr. von Reisinger 1867 Stein-Reliefs und Sarkophage in den Katakomben von

1) Phot. Mitth. 1864. Bd. 1, S. 49. Phot. Archiv. 1864. S. 208 und 449.

2) Phot. Mitth. 1864. Bd. 1, S. 60.

3) Phot. Archiv. 1864. S. 453.

4) Bulletin soc. franç. 1865. S. 321, aus Photographic Journ. Phot. Archiv. 1865. S. 379.

5) Phot. Archiv. 1865. S. 160.

Lemberg. Albert in München beleuchtete damals Gemälde und Fresken sofort in den Gallerien und machte dadurch das Abnehmen und Transportiren überflüssig. Mariot nahm 1868 das Innere der Adelsberger Grotte bei Magnesiumlicht auf[1]).

Trotz der erwähnten Versuche erwies sich das Magnesiumband zu Porträtaufnahmen für die Praxis kaum verwendbar, weil dasselbe zu langsam abbrennt; erst in neuerer Zeit gelang es mittels Magnesiumpulver ein blitzschnell verbrennendes, sehr wirksames Licht zu erzielen. Allerdings hatte bereits Trail Taylor im Jahre 1865[2]) versucht, mittels Mischung von Magnesiumpulver mit Kaliumchlorat, Schwefel und Schwefelantimon bei sehr kurzer Belichtungszeit Photographien zu erhalten, da dieses Gemisch sehr rasch verbrennt. Diese Versuche hatten jedoch zu keiner praktischen Verwerthung in der Porträtphotographie etc. geführt, weil die geringe Empfindlichkeit des damals allgemein verwendeten nassen Collodionverfahrens und der damalige hohe Preis des Magnesiumpulvers entgegenstand; diese Versuche Trail Taylor's geriethen deshalb in Vergessenheit.

Ein Versuch Larkin's, das Magnesiumpulver in Lampen zu verbrennen, erwies sich als unbrauchbar:

Larkin liess 1866 eine Magnesiumlampe patentiren, in welcher Magnesiumpulver verbrannt wird. Das Metallpulver ist in einem grossen Reservoir enthalten, das am Boden mit einer kleinen Oeffnung versehen ist; durch diese fällt das Pulver in ähnlicher Weise, wie der Sand bei den Sanduhren. Um ein continuirliches Durchfliessen des Pulvers zu bewirken, mischt man das Magnesiumpulver mit feinem Sand. An der Ausgangsstelle der Oeffnung des Reservoirs fällt dies Pulver frei durch eine metallene Röhre, durch deren oberes Ende man einen Strom von gewöhnlichem Leuchtgas führt. Das Pulvergemenge fliesst mit dem Gasstrom nach unten, vereinigt sich an der Oeffnung und wird entzündet[3]).

Die nächsten Versuche von Mischungen von Magnesiumpulver mit reinem Kaliumchlorat macht G. A. Kenyon gleichfalls im Jahre 1883; er beobachtete den bedeutenden photographischen Effect, den der in Sauerstoff verbrennende Magnesiumdraht hervorbringt und verwendete dies zu Porträtaufnahmen bei derartigem Lichte; zugleich bemerkte er, dass man auch Magnesiumpulver und Kaliumchlorat zur Erzeugung eines brillanten Lichtes verwenden könne; er wurde jedoch durch die hierbei auftretende Rauchentwickelung abgehalten, diese Beobachtung weiter zu verfolgen (Brit. Journ. Phot. 1883. S. 61).

Die Photographie mit Magnesiumpulver in Form von „Blitzlicht" gelangte erst durch J. Gaedicke und A. Miethe in Berlin 1887 zum Aufschwunge (s. u.) und bald beschäftigte sich alle Welt damit, da die von denselben empfohlenen Explosivmischungen von Magnesiumpulver (Magnesium, Kaliumchlorat, Schwefelantimon und später andere Mischungen s. u.) thatsächlich blitzschnell verbrennen und Momentbilder von Porträten, Gruppen etc. geben.

Ungefähr zur selben Zeit beschäftigte sich Meydenbauer mit Versuchen derselben Art. Nachdem Gaedicke und Miethe den Anstoss zur Magnesium-Blitz-Photographie gegeben hatten, lernte man die vortrefflichen Eigenschaften des durch eine Flamme geblasenen reinen Magnesiumpulvers kennen.

T. N. Armstrong machte nämlich kurz nach dem Bekanntwerden des Gaedicke-Miethe'schen Blitzpulvers aufmerksam, dass reines Magnesiumpulver, direct durch eine

1) Phot. Archiv. 1868. S. 202.

2) Phot. News. 1865. S. 550. Phot. Wochenbl. 1883. S. 79.

3) Les Mondes. Bd. 12. S. 136. Dingler's Polyt. Journ. Bd. 182, S. 203.

Lichtflamme geblasen, ein sehr intensives Licht gibt (Brit. Journ. Phot. 1887. S. 777). Harrison empfahl kurz darauf ein Gemisch von Magnesiumpulver mit Hexenmehl (Lycopodium-Samen) durch die Flamme zu blasen (ibid. S. 791), ohne dass damit eine Verbesserung des einfacheren Armstrong'schen Vorganges erzielt worden wäre.

Die Methode, reines Magnesiumpulver mittels pneumatischer Vorrichtungen in eine Flamme zu blasen, wurde namentlich durch die von Schirm in Breslau und Anderen erfundenen „Blitzlampen" zu einer leicht und bequem auszuführenden gemacht. Gegenwärtig erscheint das Magnesiumlicht als ein kaum entbehrliches Hilfsmittel zur Photographie solcher Objecte, bei denen das Tageslicht fehlt.

Im Jahre 1886 wurde das Magnesium durch die Einführung neuer Darstellungsmethoden (mit Elektricität) von der Magnesiumfabrik in Bremen, nach dem Patente Grätzel, im Grossen und wesentlich billiger als früher dargestellt, indem das Kilogramm Magnesiumdraht 60 Mark kostete, während es früher das 5 bis 6 fache kostete. Namentlich das Magnesiumpulver sank im Preise, indem es bei der Fabrikation direct erhalten wird, und sogar etwas billiger als der Draht oder Band hergestellt wurde.

B) Chemische Leuchtkraft und photographische Wirksamkeit der verschiedenen Arten des Magnesiumlichtes.

Bereits auf Seite 457 dieses Bandes wurde eine Tabelle angegeben, aus welcher die von einem gewissen Quantum Magnesiumpulver entwickelte Lichtmenge angegeben und aus welcher hervorgeht, dass das Magnesiumband viel langsamer verbrennt als Magnesiumpulver, und dass die entwickelte Lichtmenge wohl mit dem Gewichte des verbrannten Magnesiums zusammenhängt, aber in keinem geraden Verhältnisse steht. — Auch ist es nicht ganz einerlei, wenn man dasselbe Gewicht von Magnesium in Form eines Bandes (also in einem längeren Zeitraum), oder als reines Magnesiumpulver in einer Flamme, oder in einer Explosivmischung verbrennt (s. unten).

Nur für die ungenaue Schätzung, welche aber immerhin für die praktische Photographie als ein ganz beiläufiger Anhaltspunkt dient, kann man annehmen: Der photographische Effect ein und desselben Gewichtes von verbranntem Magnesium ist ungefähr gleich, sei es nun, dass man es in der einen oder der anderen Form verbrennt; verbrennt man das 2, 3, 4 fache Gewicht von Magnesium, so kann man die Belichtung auf $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ der ursprünglichen Belichtungszeit abkürzen. Wenn auch der Praktiker sich ohne Nachtheil mit einer solchen ungenauen Regel abfinden mag, so hält sie dennoch einer exacteren Prüfung nicht Stand.

1. Vergleicht man die chemische Leuchtkraft von gleichen Gewichtstheilen langsam brennenden Magnesiumbandes und schnell verbrennendem reinen Magnesiumpulver, so ergibt sich, dass sie in beiden Fällen nur annähernd, aber nicht genau dieselbe ist, sondern dass das in eine Flamme geblasene reine Magnesiumpulver ein wirksames Licht entwickelt; dagegen bleibt die Leuchtkraft des mit sauerstoffreichen Substanzen (Chlorat etc.) gemischten und in einem Häufchen[1]) entzündeten Magnesiumpulvers

1) Das in Form eines gestreckten Walles verbrannte Explosivpulver entwickelt mehr Licht und kommt dann im Durchschnitte dem in eine Flamme geblasenen reinen Magnesiumpulver annähernd gleich.

hinter dem reinen, durch eine Flamme geblasenen Magnesium zurück (nahezu um die Hälfte) und erreicht kaum die Leuchtkraft eines gleichen Gewichtes von langsam verbrennendem Magnesiumband.

Der Grund dieser auffallenden Erscheinung dürfte in Folgendem liegen: Die Flamme des brennenden Magnesiums ist von einem weissen Rauch (MgO) umgeben und ist für die auf dasselbe fallende oder von innen kommende Licht von brennendem Magnesium nahezu undurchsichtig, so dass das gleichzeitige Abbrennen mehrerer hintereinander befindlicher Magnesiumbänder, oder eines in analoger Weise ausgebreiteten Häufchens von Magnesium-Chloratmischung kaum mehr Licht liefert, als der vordere Theil des brennenden Magnesiums allein. Je näher die brennenden Magnesiumpartikelchen sich aneinander befinden, je compakter die brennende Masse ist, um so weniger ist eine Steigerung des Lichteffectes bemerkbar. Z. B. liefert ein compaktes Häufchen von Magnesium-Chloratpulver nur $^2/_3$ oder $^3/_4$ des Lichtes wie dasselbe Quantum, welches in Form eines langgestreckten Walles ausgestreut ist. Ferner geben sechs dicht gewundene Magnesiumbänder annähernd nur die Hälfte des Lichteffectes als dasselbe Quantum, wenn man das Band nacheinander verbrennt oder die Drähte in einiger Entfernung nebeneinander entzündet. Daraus dürfte es sich ungezwungen erklären lassen, dass die kleinere Lichtfläche eines entzündeten compakten Magnesiumhaufens in explosiver Mischung weniger Licht aussendet, als die viel breitere Lichtfläche des in eine Flamme geblasenen Magnesiumpulvers, welches sich wie eine Staubwolke breit vertheilt. In der Mitte zwischen beiden steht das langsam verbrennende, aber nur eine kleine Flammenzunge gebende Magnesiumband.

2. Zu photometrischen Bestimmungen erhält man mittels Magnesiumband nur dann constante Lichteffecte, wenn man ein constantes Gewicht in derselben Zeit abbrennt, wie bereits Dr. Stolze angegeben hat[1]).

C) Bestimmung der Verbrennungsdauer von Magnesium-Blitzlicht.

Bei der Betrachtung des Abbrennens der verschiedenen Arten des Magnesium-Blitzlichtes bemerkt man, dass bei den verschiedenen Systemen die Verbrennungsgeschwindigkeit bald grösser, bald geringer ist. Man kann dies auch an den Resultaten bei den damit hergestellten photographischen Aufnahmen bemerken: mitunter erscheinen, z. B. bei Gruppen-Aufnahmen, einzelne Figuren unscharf, weil das „Blitzlicht" zu langsam abbrannte und die Personen Zeit genug hatten, um sich während der Belichtungszeit zu bewegen. Ein „Blitzlicht" soll eine möglichst kurze Verbrennungsdauer besitzen, wenn es bei der Photographie beweglicher Objecte völlig genügen soll.

Zur Bestimmung der Verbrennungsdauer kann Eder's Apparat dienen[2]) (Fig. 150). Ein schweres Rad aus dunkel gebeiztem Holze, von ungefähr 70 cm Durchmesser, dreht sich mittels einer durch die Hand in Bewegung gesetzten Kurbel leicht um seine Achse. Am Mittelpunkte des Rades ist eine versilberte Halbkugel aus Glas angebracht:

1) Vergl. Eder's Ausführl. Handb. d. Photogr. 2. Aufl. Bd I. S. 261 (1891).
2) Phot. Corresp. 1890. Seite 364.

an der Peripherie befindet sich eine ebensolche Halbkugel, welche das Licht mit lebhaftem Glanze reflectirt. Ein am Rade angebrachter Metallstift bewirkt das Anschlagen einer mit einem Metallknopfe versehenen Feder an ein kleines Glöckchen, so dass bei je einer Umdrehung des Rades ein leiser, deutlich vernehmbarer Glockenschlag ertönt. Andererseits setzt man einen Secundenpendel in Gang, oder zählt nach einer Uhr präcise und laut die Secunden. Ein Gehilfe dreht das Rad und muss es sorgsam so einrichten, dass jeder Glockenschlag mit dem Secundenschlag zusammenfällt. Das Rad ist, wie erwähnt, ziemlich schwer und besitzt demzufolge einen ruhigen, regelmässigen Gang. Dieser

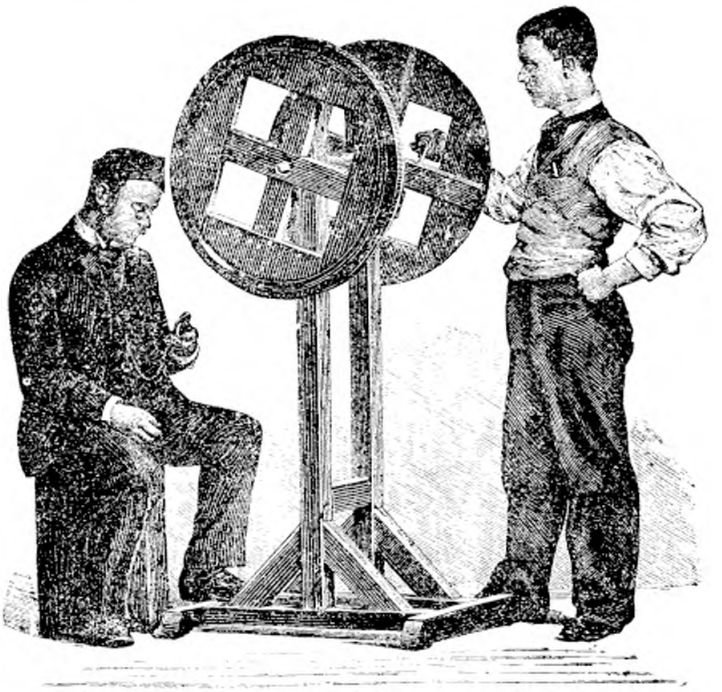


Fig. 150.

Apparat kann ebenso gut zur Bestimmung der Geschwindigkeit eines Momentverschlusses, als zur Messung der Verbrennungsgeschwindigkeit von „Blitzlicht" dienen. In letzterem Falle stellt man dann das Rad sowie die Blitzlampe und die photographische Camera in einer Dunkelkammer auf.

Zunächst wird mit Hilfe einer Kerze das Reflexbild der Halbkugeln scharf mittels der photographischen Camera eingestellt; man verdunkelt dann den Raum, legt eine empfindliche Platte in die Camera ein, öffnet den Objectivdeckel, setzt das Rad in Bewegung und brennt das Magnesium-Blitzlicht in dem Momente ab, wo man sich durch das

Gehör überzeugt hat, dass das Rad genau eine Umdrehung in der Secunde macht.

Entwickelt man dann die Platte, so erhält man einen deutlich sichtbaren, scharfen Punkt in der Mitte des Rades und einen scharfen, mehr oder weniger langen bogenförmigen Strich an der Peripherie, welcher dem Wege entspricht, den die glänzende Halbkugel während der Dauer der Beleuchtung zurücklegte. Beträgt dieser Bogen $^1/_4$ des Kreisumfanges, so dauerte die Beleuchtung $^1/_4$ Secunde u. s. w. Natürlich kann gleichzeitig die chemische Leuchtkraft mittels eines Photometers bestimmt werden.

Einen anderen, zu demselben Zwecke dienenden Apparat construirte O. Hruza (Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1893).

Ein Uhrwerk mit guter Regulirung gibt einer Welle (*w*) die genaue Umdrehung von einer Secunde (s. Fig. 151), auf dieser Welle ist eine Art von Riemenscheibe (*r*)

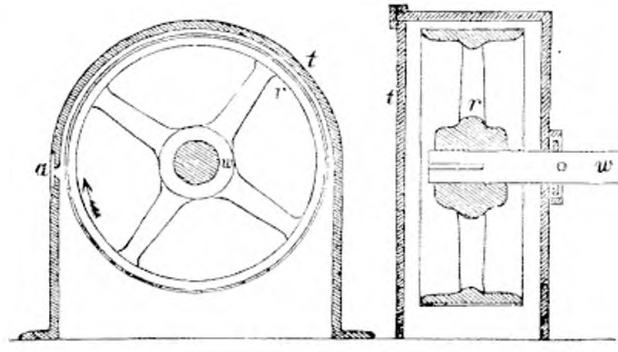


Fig. 151.

von 10 cm Durchmesser aufgekeilt. Diese letztere sitzt in einer fixen Trommel (*t*), die ausser einem Schlitz vollkommen lichtdicht schliesst. Der Schlitz oder Spalt (*a*) dient zum Durchlassen des Lichtes, welches von der Blitzvorrichtung erzeugt wird (Breite

Fig. 152.

3—4 mm, Länge 5 cm) und trägt seiner Länge nach, also parallel zur Drehachse, eine Photometerscala (Fig. 152). Auf der Randspur der gleichfalls 5 cm breiten Riemenscheibe wird nun ein Streifen Eastman-Papier oder Film befestigt. Das Functioniren des Ganzen ist nun folgendes: Das Uhrwerk wird in Bewegung gesetzt und bewirkt die gleichmässige Drehung der Riemenscheibe, wodurch der auf diese aufgezogene lichtempfindliche Film knapp vor dem Spalt *a* vorbeigeführt wird. Erfolgt nun die Belichtung mittels Magnesium-Blitz, so wird durch diesen der während der Blitzdauer

bei dem Spalte vorbeigeführte Theil des Film belichtet und zwar so, dass jede Nuance der Lichtintensität sich auch als Abstufung durch das Photometer auf dem entwickelten Bilde zeigt. Die einmalige Umdrehung entspricht einer Secunde, man kann also aus der Länge des Bildes am Film die Belichtungszeit constatiren.

Ueber die Verbrennungsdauer ergeben sich (ausser der bereits auf Seite 457 angeführten Tabelle) folgende allgemeine Resultate (Eder):

1. Die Verbrennungsdauer des reinen, durch eine Flamme geblasenen Magnesiumpulvers kann im Durchschnitt für 0.1 g Magnesium = $^1/_7$ Secunde gesetzt werden; für grössere Mengen wächst die Verbrennungsdauer durchaus nicht in demselben, sondern in einem geringeren Masse, so dass z. B. 0.3 bis 1 g Magnesiumpulver durchschnittlich in $^1/_4$ Secunde verbrennen.

2. Die Verbrennungsgeschwindigkeit der explosiven Magnesiummischungen (Magnesium, Kaliumchlorat und Kaliumperchlorat) ist eine grössere als jene des reinen Magnesiumstaubes. Eine Mischung, welche 0.1 g Magnesium enthält, verbrennt durchschnittlich in $^1/_{30}$ bis $^1/_{50}$ Secunde; Mischungen aber, welche $1^1/_2$ g Magnesium enthalten, ergaben keine viel längere Verbrennungsdauer, sondern im Mittel $^1/_{20}$ bis $^1/_{25}$ Secunde.

3. Handelt es sich um eine grosse chemische Leuchtkraft bei möglichst kurzer Verbrennungsdauer, so ist den explosiven Magnesiummischungen der Vorzug zu geben.

D) Beleuchtung mittels Magnesiumband.

Das Magnesium wird entweder in Form von Draht ausgezogen oder zu dünnen Bändern ausgewalzt, welche letztere sich wegen ihrer leichteren Brennbarkeit allgemein eingebürgert haben.

Der Magnesiumdraht kommt in einer Stärke von 0.45 mm Durchmesser ansteigend in den Handel; das Magnesiumband, welches sich namentlich zum Brennen in Magnesiumlampen besser eignet, kommt in einer Breite von 2 bis 5 mm und einer Stärke von 0.1 bis 0.3 mm vor.

Um das Magnesium bequem verbrennen zu können, wurden Halter und Lampen construirt.

Der Halter für brennenden Magnesiumdraht in der einfachsten Form ist in Fig. 153 abgebildet.

Derselbe kann da angewendet werden, wo nur geringe Mengen von Draht zu verbrennen sind. Man schiebt so viel Draht (Band) wie man verbrennen will, vor die Metallspitze *B* und zündet ihn an, indem man ihn einige Secunden ruhig in die Flamme eines Streichhölzchens oder besser einer Weingeistflamme hält. Er brennt bis ungefähr $^1/_2$ cm von der Metallspitze. Wenn man ihn auslöschen will, zieht man ihn einfach bei *A* zurück.

Billige Magnesiumlampen werden mit Handregulirung versehen und genügen für mindere Ansprüche vollkommen. Fig. 154 zeigt eine Magnesiumlampe mit Handregulirung, welche z. B. von E. Brandt in Berlin in den Handel gebracht wird. Der polirte Reflexspiegel kann leicht entfernt werden, wenn man keinen begrenzten Ort beleuchten will (Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1889. 3. Jahrgang. Seite 370).

Magnesiumband ist jedoch ohne Anwendung einer Uhr, welche das verbrennende Magnesium regelmässig vorwärts schiebt, in Combination mit einem Reflector für längere Beleuchtung nicht gut practicabel. Die ersten Versuche zur Construction von Magnesiumlampen rührten von Mather in Salford und Hart in Kingland her, bei welchen der Draht mit der Hand von einer Spule abgewickelt würde und durch ein Röhrchen in die Flamme einer Spirituslampe geleitet wurde [1]). Der Amerikaner Alonzo Grant liess die Abwickelung des Drahtes von der Spule durch

Fig. 153.
Halter für Magnesiumband.

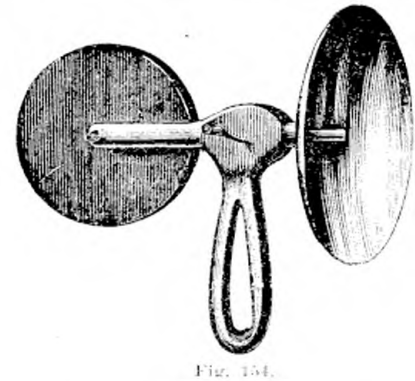


Fig. 154.

ein Uhrwerk besorgen und concentrirte die Strahlen durch hohle Metallspiegel: diese Form ist noch heute ziemlich allgemein beibehalten.

Grant's Magnesiumlampe [2]) besteht aus einem in einer Blechkapsel D (Fig. 155) befindlichen Uhrwerke, welches bei G aufgezogen wird und zwei kleine mit Gummi überzogene Walzen an einander vorbeidreht. Der zu verbrennende, in A vorräthig aufgerollte Magnesiumdraht ist bei B in das Uhrwerk eingefügt, und schiebt sich mittels der Walzen durch das Messingröhrchen DC vor, um bei C angezündet werden zu können. Der Lichtpunkt befindet sich im Focus des Hohlspiegels. Durch einen in dem oberen Theil der Kapsel B befindlichen Windfang kann die Raschheit der Drahtbewegung regulirt werden; der kleine Hebel bei F dient zur Hemmung des Uhrwerkes, um ein sofortiges Erlöschen des

1) Phot. Archiv. 1865. S. 372 und 377.
2) Phot. Archiv. 1865. S. 246 und 1869. S. 310. Stein, Das Licht. 1877. S. 64.

Lichtes zu bewirken. — Wenn irgendwo längere Beleuchtung nöthig ist, erhält der Reflector einen Vorsatzrahmen mit Glas und Rauchfang.

Der hinter dem brennenden Magnesium angebrachte Metall-Hohlspiegel verstärkt die Wirkung des Lichtes bedeutend. Die Wirkung einer Magnesiumlampe ohne Reflector verhält sich zu der mit Reflector wie 1 : 3 (H. W. Vogel).

Um grössere Flächen zu beleuchten, construirt man weniger stark gewölbte Reflectoren für Magnesiumlampen, wie sie in Fig. 156 ersichtlich sind [1]).

Eine neuere Magnesiumlampe (für Magnesiumband) ist die von O. Ney in Berlin, welche in Fig. 157 abgebildet ist, und bei welcher

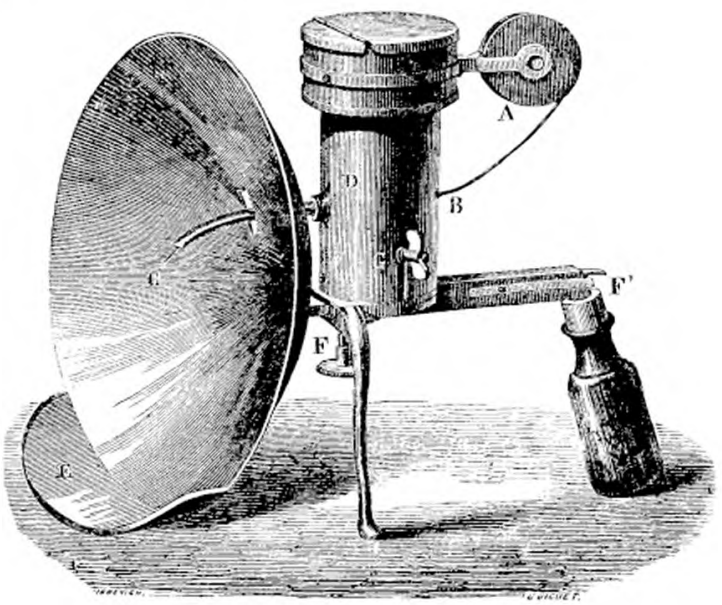


Fig. 155. Grant's Magnesiumlampe.

das Auf- und Abrücken der brennenden Magnesiumzunge in geringerem Grade stattfindet.

Man construirte auch Magnesiumlampen, in welchen zwei und mehr Magnesiumbänder gleichzeitig verbrannten; mit zwei Bändern entspricht auch der Erfolg ziemlich dem gesteigerten Magnesiumverbrauche, bei mehr (bis acht) Bändern erhält man einen Effect, welcher nicht entfernt der Vermehrung des verbrannten Materials entspricht [2]). [Ueber die Erklärung dieser Erscheinung siehe Seite 492.]

1) Phot. Corresp. 1866. S. 36 und 74.

2) Meydenbauer, Phot. Wochenbl. 1887. S. 152.

Die Magnesiumlampen haben fast immer Reflectoren. Parabolische Metallspiegel sind gut zur grellen Beleuchtung bei Vergrösserungen etc. Für Interieurs etc. reflectiren sie häufig zu grelles Licht, man verwendet deshalb weisse Schirme von Leinwand, Papier etc.[1])

Zur Erzeugung von photographischen Porträtaufnahmen wurde das Magnesiumband seit den sechziger Jahren mehrfach versucht (siehe

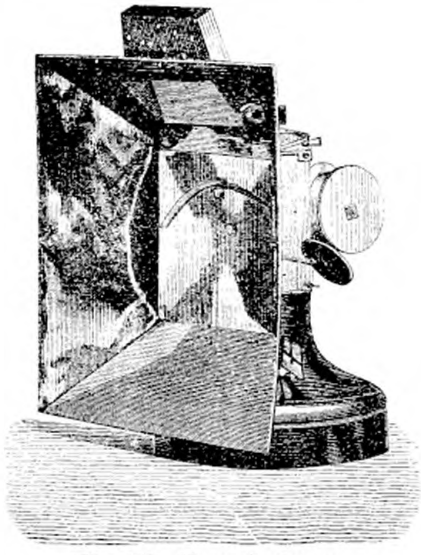


Fig. 156. Magnesiumlampe.

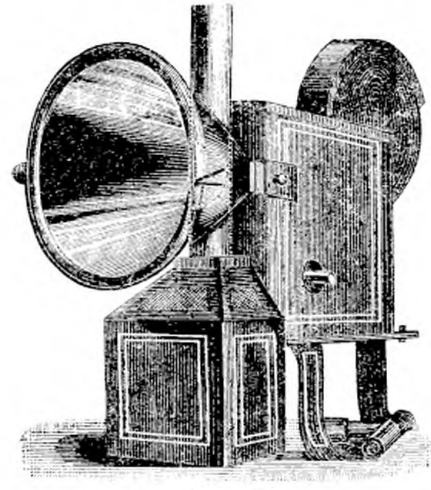


Fig. 157.

oben Seite 489), jedoch ohne Erfolg, weil die erforderliche lange Belichtungszeit hinderlich ist.

1. Anwendung des Magnesiumlichtes zum Vergrössern von Negativen, sowie in der Mikrophotographie.

Das Schwanken des brennenden Magnesiumbandes ist eine Unannehmlichkeit, welche sowohl bei der Mikrophotographie bemerkbar ist, als auch bei der Beleuchtung von Negativen, welche vergrössert werden sollen. Es ist in diesen Fällen in der Regel besser, wenn man das Licht nicht direct zur Beleuchtnng des Objectes verwendet, sondern eine matt geätzte Glastafel zur gleichmässigen Vertheilung des Lichtes einschaltet.

Dr. Meydenbauer vergrösserte Negative (vom Formate 40 bis 60 cm) mittels Magnesiumlicht auf Bromsilberpapier mit Hilfe der nachfolgenden Einrichtung.

Es wird ein Kasten aus dünnen Brettern, circa 50 cm lang, angefertigt. Der Querschnitt beträgt im Lichten 42 cm im Quadrat. Innen sind 4 Spiegel so angebracht,

1) Bereits von Dr. Szekely (Phot. Corresp. 1866. S. 75), Pertsch (ibid. S. 28) empfohlen.

dass sie an einem Ende den Seitenwänden anliegen, am anderen jedoch einen rechteckigen Raum von 12 cm Breite und 35 cm Höhe in symmetrischer Anordnung einschliessen, woraus die geneigte Lage der Spiegel sich von selbst ergibt. Die grosse Oeffnung ist durch eine leicht herauszunehmende matte Spiegelscheibe, deren Ecken abgeschnitten sind, geschlossen; am anderen Ende befindet sich eine leicht gehende Thür, innen mit weissem Papier[1]) bekleidet. Endlich befindet sich in geringem Abstande von der Thürseite eine durch die Kastendecke und oberen Spiegel geschnittene kreisförmige Oeffnung von 8 cm Durchmesser und darüber ein nach dem Schornstein führendes Blechrohr von gleichem Durchmesser. Soll das Negativ belichtet werden, so wird der Kasten mit der matten Scheibe dicht an das Negativ gedrückt, welches vergrössert wird, unter der Oeffnung an den Draht eine oder zwei Magnesiumspiralen (von 3—14 cm Länge) angehängt, angezündet und die Thür nicht ganz geschlossen, damit Luft eintreten kann. Die Bilder werden mit Steinheil-Aplanat Serie VI, No. 3 von 60 cm Breite auf 1,7 m Bilddurchmesser vergrössert (Phot. Wochenbl. 1888. S. 170; Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889. S. 351).

O. Ney in Berlin construirte einen Vergrösserungsapparat mit Magnesiumlampe zur Herstellung von Vergrösserungen nach kleinen Negativen auf Bromsilbergelatine-

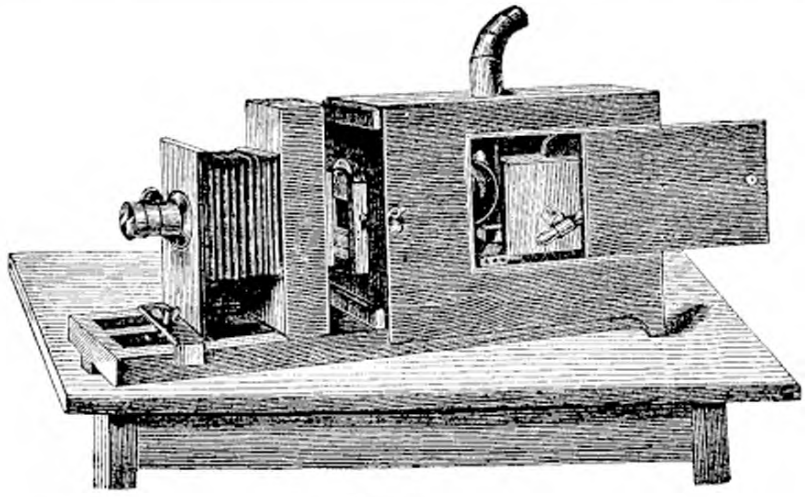


Fig. 158.

papier. Die Vorrichtung enthält eine Lampe, in welcher eine Stunde lang das Magnesium brennt und die Dämpfe durch einen Blechrauchfang abgeleitet werden. Der Apparat (Fig. 158) ist analog einem Sciopticon eingerichtet und entwirft mittels eines Objectives das Bild unmittelbar auf die empfindliche Schicht, welche dann hervorgerufen wird. Später gab er diesen Apparaten noch andere verbesserte Formen.

Das Magnesiumlicht ist auch zur Mikrophotographie verwendbar und zwar als brennendes Magnesiumband in entsprechenden Lampen. Störend ist jedoch, dass das brennende Magnesiumband nicht immer seine grösste Helligkeit an derselben Stelle besitzt, sondern der Lichtpunkt höher und tiefer rückt, so dass man nie sicher sein kann, während der Exposition ein gleichmässig beleuchtetes Lichtfeld im mikrophoto-

1) Eine Spiegelscheibe an Stelle der Papierrückwand ist schlecht, weil der Magnesiumrauch einen Schatten auf die Vorderfläche wirft.

graphischen Apparat zu erhalten. Beneke[1]), welcher bereits im Jahre 1868 Versuche hiermit anstellte, suchte diesen Fehler dadurch zu verringern, dass er unter das brennende Band bei *K* (Fig. 159) ein Drahtnetz anbrachte, wodurch das sich beim Austritte senkende Band verhindert wird, sich zu weit von der Austrittstelle nach unten zu biegen; das Uhrwerk *C* hat wie gewöhnlich Flügelräder (*F*) zur Regulirung der Geschwindigkeit[2]).

2. Beseitigung des Rauches von brennendem Magnesium.

Beim andauernden Brennen von Magnesiumband erfüllt sich der Arbeitsraum bald mit weissem Rauch; man versuchte deshalb, wie bereits auf S. 499 angegeben ist, die Magnesiumlampen mit Schornsteinen zu versehen.

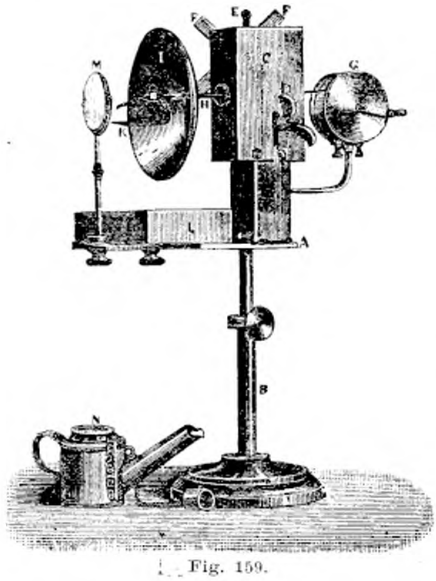


Fig. 159.

Ein wesentlicher Fortschritt ist durch Dr. Meydenbauer's (Berlin) Beobachtung gemacht, dass das Verbrennungsproduct („Rauch") dadurch condensirt werden kann, wenn man dicht über der Flamme ein enges Metallrohr anbringt, durch welches die Magnesiumdämpfe abziehen und sich condensiren.

Dr. Meydenbauer schreibt hierüber[3]): „Dicht über der Verbrennungsstelle, genau da, wo die nach unten gerichtete, zungenförmige Flamme aufhört, beginnt das zur Rauchabführung bestimmte Blechrohr von 2 bis 3 cm Durchmesser mit einem nach unten gerichteten Conus, der über der Flamme nur einen Durchmesser von 10 bis 12 mm hat. Hierdurch wird erreicht, dass dem Rauch gleich an der Absaugungsstelle nicht mehr Luft beigemischt wird, als zur Absaugung erforderlich ist. Die Metallröhre wird mindestens einen Meter senkrecht hochgeführt, damit sich ein kräftiger Zug ausbilden kann. Oben befestigt man nun ein leichtes Kästchen (wir verwendeten eine gewöhnliche Cigarrenkiste), so dass der Anschluss an das Rohr im Boden des Kästchens rauchdicht ist. Ebenfalls mit dichtem Anschluss in den Boden wird eine aus gewöhnlichem Papiere gedrehte Röhre von 5 bis 6 cm Durchmesser senkrecht abwärts geführt und mündet dort in eine gewöhnliche grössere Pappschachtel. Befestigt man die Lampe in etwa 1,2 m Höhe vom Boden an einer Latte, die oben auch zum Festhalten der Metallröhre

1) Beneke, Die Photographie als Hilfsmittel mikroscopischer Forschung. 1868.

2) Nähere Angaben über die Verwendung des Magnesiumlichtes zur Mikrophotographie s. Marktanner-Turneretscher, „Mikrophotographie", S. 130.

3) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889. 3. Jahrg. S. 371. Phot. Wochenbl. 1888. S. 354.

und des Kästchens dient, so wird der ganze Apparat 2,2 m lang und kann bequem herumgetragen und beliebig gerichtet werden. Er hält den Rauch der brennenden Lampe stundenlang fest. Die Magnesia verdichtet sich grösstentheils in der Metallröhre und in dem oberen Kästchen. Was noch durch die Papierröhre abwärts in die Pappschachtel fliesst, wird dort festgehalten und kann, sollte wirklich etwas austreten, bei kurzer Unterbrechung der Beleuchtung leicht hinausgetragen werden. Die damit in Abendstunden gemachten Aufnahmen von Architekturen lassen an Kraft der Lichter mit Weichheit der Schatten nichts zu wünschen übrig. Der leichte Apparat gestattet das Ableuchten jedes einzelnen Theiles, während die Camera mit der Platte zur Belichtung geöffnet ist. Durch die beständige Bewegung der Lichtquelle werden die Schatten abgerundet und die Beleuchtung jedes einzelnen Punktes wird durch die Nähe der Lichtquelle stark genug, auf die Platte zu wirken, wenn man dafür Sorge trägt, dass die Lampe nie nach der Camera ihren Schein wirft. Der grosse Uebelstand nicht beweglicher Lichtquellen, welche die nächste Umgebung übermässig beleuchten und die entfernteren Gegenstände im Dunkel lassen, wodurch harte, unruhige Bilder entstehen, ist damit gehoben."

3. Verbrennung von Magnesiumband im Sauerstoff.

Das Verbrennen von Magnesiumband im Sauerstoff kann in der Weise bewerkstelligt werden, dass man dasselbe spiralförmig rollt, an einem Drahte befestigt, diesen in einen flachen Kork steckt und dann das Ende des Magnesiumdrahtes über einer Flamme entzündet oder einen glimmenden Feuerschwamm einklemmt. Man senkt die Magnesiumspirale rasch in einen mit Sauerstoff gefüllten Ballon, wo die Verbrennung sehr schnell mit blendend weissem Lichte erfolgt.

Die Verbrennung von Magnesiumdraht im Sauerstoff hat den Vortheil, dass sich ein sehr intensives Licht entwickelt und der Rauch von Magnesiumoxyd vollständig in der Flasche, worin die Verbrennung vorgenommen wurde, eingeschlossen bleibt. Die Kosten sind gering, da man in 1 Liter Sauerstoff ziemlich viel Magnesiumband verbrennen kann. Beklebt man die eine Seite der Flasche mit weissem Papier, so kann dies als Reflector dienen. Porträtaufnahmen mit solchem Lichte stellten z. B. Kenyon[1]), M'Lellan[2]), Offord[3]) dar.

Hierzu sei bemerkt, dass das beim Verbrennen von Magnesium im Sauerstoff entstehende Licht wesentlich heller ist, als beim Verbrennen in Luft[4]); jedoch ist der photographische Effect im ersteren Falle nicht auffallend besser, weil der Glaskolben, in welchem die Verbrennung

1) Brit. Journ. Phot. 1883. S. 61.

2) Brit. Journ. Phot. 1883. S. 224. Phot. Wochenbl. 1883. S. 159.

3) Phot. Wochenbl. 1887. S. 48.

4) Nach Troost (Jahrber. f. Chemie. 1865. S. 172) steigt die Helligkeit des Magnesiumlichtes im Verhältnisse von 64 : 110, wenn das Magnesium in Sauerstoff anstatt in Luft verbrennt. — [Vergl. ferner Mc. Lellan, S. 460.]

erfolgt, sich schon während der Verbrennung mit weissem Magnesiumoxyd beschlägt und einen Theil des Lichtes absorbirt.

Diese Art des Magnesiumlichtes ist gegenwärtig gänzlich gegen das „Blitzlicht" mittels Magnesiumpulver zurückgsdrängt worden.

E) Magnesium-Blitzlicht mittels Verbrennung von reinem Magnesiumpulver in einer Flamme.

Diese Art des Magnesium-Blitzlichtes, welche mit Recht die am meisten angewendete ist, kann in verschiedener Weise erzeugt werden.

1. Durchblasen von Magnesiumpulver durch eine Flamme mittels des Mundes.

Gibt man Magnesiumpulver in ein Glasröhrchen und bläst das Pulver gegen eine Kerzen- oder Weingeistflamme, so entzündet es sich momentan und gibt ein gefahrloses, sehr actinisches Licht. Diese Art des Magnesium-Blitzlichtes ist die denkbar einfachste und wird durch

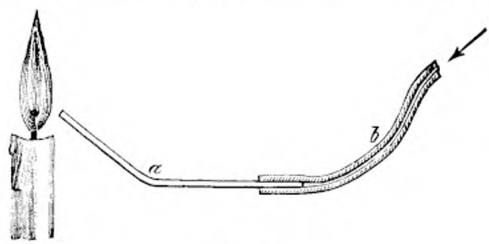


Fig. 160.

Fig. 161.

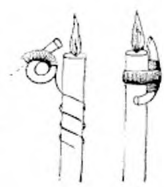


Fig. 162. Fig. 163.

Fig. 160 veranschaulicht. In eine Glasröhre (*a*) bringt man $^1/_2$ bis 1 g (bei Gruppenaufnahmen circa 5 g) Magnesiumpulver und befestigt an das eine Ende einen Kautschukschlauch *b*. Der Operateur nimmt den Kautschukschlauch in den Mund und bläst mässig stark in der Richtung des Pfeiles in den Schlauch, wodurch das Blitzlicht erfolgt [1]).

Einen ganz ähnlichen Apparat beschrieben Guébhard und Ranque in den „Comptes rendus" (1889. Bd. 108. S. 514) und nannten ihn „Photospire". Sie benutzen gebogene Glasröhrchen, wie Fig. 161, welche vermöge ihrer Form mit dem Daumen der Hand bequem einer Kerze genähert werden können, oder man kann das Röhrchen mittels einer Klemme an die Kerze befestigen und dadurch die Hand frei bekommen, wie Fig. 162 und 163 zeigt.

Die weiteren Anordnungen bei Porträt- und Gruppenaufnahmen sind bei dieser Art des Blitzlichtes dieselben, wie die weiter unten beschriebenen.

1) Eder, La Photographie à la lumière du Magnesium. 1890. S. 19.

2. Magnesium-Blitzlampen.

Bei den Aufnahmen mittels Magnesium-Blitzlicht ist es sehr vortheilhaft, wenn der Operateur möglichst wenig Aufmerksamkeit dem Abbrennen des „Blitzes" zuzuwenden braucht, sondern dies mittels einfacher Handgriffe bewirken kann. Aus diesem Grunde erfreuen sich die „Magnesium-Blitzlampen" einer grossen Beliebtheit. Sie sind sich im Principe ähnlich, indem das Magnesiumpulver durch den Druck auf einen Kautschukballon rasch in eine Weingeist-, Benzin- oder Gasflamme geblasen wird.

Das Magnesiumpulver soll bei derartigen Apparaten keinen langen Weg durch die Blaseröhre machen, weil sonst leicht Theilchen hängen bleiben und verspätet in die Flamme kommen.

Von den vielen gegenwärtig in den Handel kommenden Blitzlampen sollen folgende, vom Verfasser erprobte Formen etwas näher beschrieben werden.

a) Durchblasen von reinem Magnesiumpulver durch eine Flamme.

Prof. Schirm in Breslau construirte im Jahre 1888 einen Beleuchtungsapparat mit Magnesium[1]), welcher grosse Verbreitung fand und der Ausgangspunkt für zahlreiche neuere Apparate war. Bei diesem Apparate wird reines Magnesiumpulver durch eine oder mehrere auf Stativ hoch und tief aufstellbare Weingeist- oder Bunsen'sche Gasflammen geblasen, jedoch nicht quer, sondern in der Längsrichtung der Flamme. Dadurch wird die vollständige Verbrennung des Magnesiumpulvers bewirkt, während das quer durch eine Kerzenflamme geblasene Pulver partiell unverbrannt durchgeht, weil die Flamme zu sehr abgekühlt wird. Dabei tritt kein störender Rauch auf und eine minimale Menge (ungefähr 0.05 bis 0.3 g) vom Magnesiumpulver genügt zu einer Porträtaufnahme.

Der Schirm'sche Apparat wird in der Regel mit zwei und mehreren Brennern verwendet, nimmt zusammengelegt mit den dazugehörigen zwei Stativen einen Raum von $10 \times 40 \times 65$ cm ein und ermöglicht es, momentan von mehreren Stellen aus zu beleuchten, wodurch eine leichte Regulirbarkeit der Lichter und Schatten erzielt wird; das gleichzeitige Abbrennen der verschiedenen Magnesiumflammen geschieht pneumatisch.

Die Weingeistlampe beim älteren Schirm'schen Apparat besitzt die in Fig. 164 abgebildete Form. Das Gefäss des Brenners wird mit starkem Weingeist gefüllt, der Schornstein t aufgesetzt und nach Anzünden der Flamme der Docht so hoch geschraubt, dass eine spitze

1) Kurze Zeit vor Schirm hatte James eine gewöhnliche Magnesium-Blitzlampe im „Brit. Journ. of Photogr." (Februar 1888, S. 66 und 69) beschrieben; Schirm meldete seine Lampe erst am 3. April 1888 zum Patente an.

blaue Flamme von 5 cm Höhe (vom Rande u gerechnet) entsteht[1]). Dann wird das Röhrchen k mit Trichter seitlich in die Röhre des Brenners eingeschoben und etwas Magnesiumpulver (etwa eine kleine Messerspitze voll) hineingegeben. In das Trichterchen wird ein Messingrohr gesteckt, darauf ein Kautschukschlauch befestigt, welcher zu einem Kautschukballon führt. Das Röhrchen in dem Ballon ist aus Fig. 165 und 166) ersichtlich. Die Oeffnung h dient zum Befestigen der Lampe auf dem Stative.

Bei Anwendung von Gas wird das Zuleitungsrohr des Brenners i (Fig. 165) mit einer Gasleitung in Verbindung gesetzt und die Flamme des Brenners angezündet. (Die Schraube i_1 dient zur Regulirung des Gaszuflusses.) Nach Einfüllen eines kleinen Quantums Magnesiumpulver mit dem beigegebenen Mässchen in den Trichter des an dem Brenner befindlichen Röhrchens k wird das gebogene Röhrchen l mit dem daran befindlichen dünnen Schlauche und der Druckbirne in den Trichter des Röhrchens k eingesetzt und der Apparat in geeignete Stellung zu dem aufzunehmenden Gegenstande, der Person etc. gebracht.

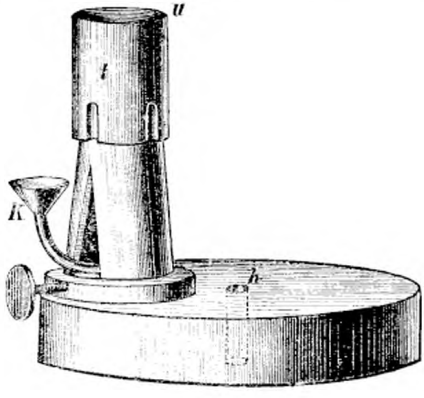


Fig. 164.

Das Röhrchen i_2 (Fig. 165) dient zum Wiederanzünden der Flamme des Brenners, wenn dieselbe bei dem Durchblasen des Magnesiumpulvers auslöscht.

Man kann nun von dem photographischen Apparate aus nach Abnahme des Objectivdeckels durch einen Druck auf die Kautschukbirne die momentane Verbrennung des Magnesiumpulvers in jedem gewünschten Augenblicke bewirken.

Bei Anwendung zweier Brenner wird der zweite Brenner zur Auflichtung der Schatten in grösserer Entfernung von dem aufzunehmenden Gegenstande auf der Schattenseite aufgestellt, beide Gaszuleitungsrohre der Brenner vermittelst beigegebener **T**-Rohrstücke und entsprechenden Stückes Gummischlauch unter sich und mit der Gasleitung und die kleinen Röhrchen k der Brenner nach Einfüllen des Magnesiumpulvers

1) An der k. k. Versuchsanstalt für Photographie wurde mit Erfolg die Weingeistlampe ohne Schornstein verwendet (Eder).

gleichfalls vermittelst des kleinen **T**-Rohrstückes und des dünnen Schlauches unter sich und mit der Druckbirne verbunden.

Auf diese Art folgt das Verbrennen des Magnesiumpulvers an zwei Stellen oder mehreren zugleich.

Fig. 166 zeigt, wie zwei Stative mit Weingeistlampen und Schirmen aufgestellt und zum Abbrennen von Magnesiumpulver vorbereitet sind. Die Stative sind aus Holz und zusammenlegbar. Auf einem Querträger ist je eine Weingeistlampe von besonderer Form (s. auch Fig. 164) angebracht; durch beide kann zugleich mittels eines Kautschukballons ein kleines Quantum Magnesiumpulver durchgeblasen werden. Der eine

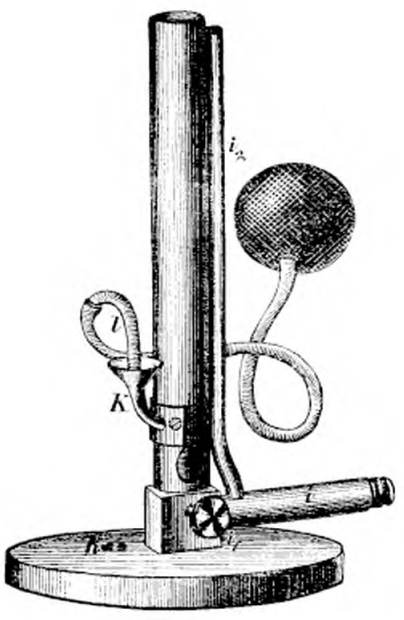


Fig. 165.

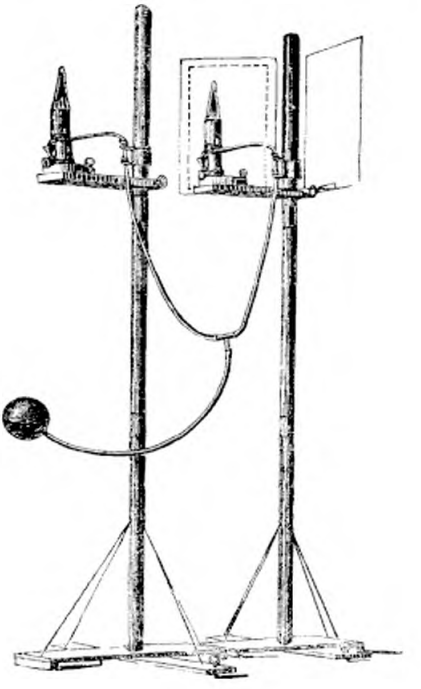


Fig. 166.

Ballon bläst den Luftstrom und das Magnesiumpulver zugleich in beide Lampen und bewirkt dadurch das gleichzeitige Aufblitzen des Magnesiumlichtes. Die Belichtung ist momentan. Mann kann vor jeder Flamme ein transparentes Seidenpapier anbringen, wozu kleine Rahmen am Stativ befestigt sind, wie aus Fig. 166 ersichtlich ist. Ein undurchsichtiger Carton verdeckt die Flamme in der Richtung des Objectivs, damit kein actinisches Licht in dasselbe direct einfällt.

Später richtete Schirm seine Lampe mit einem Magazin für das Magnesiumpulver ein (s. Fig. 167, *h*), so dass das Drehen bei einem Hahne (*f*) genügt, um das Magnesium in die Röhre *a b* zu bringen;

ein Druck auf den Kautschukballon bläst das Pulver in das Innere eines Bunsen'schen Gasbrenners. Bei *k* ist ein enges Rohr angebracht, bei welchem eine kleine Gasflamme brennt; sollte durch den Druck am Kautschukballon die Hauptflamme erlöschen, so wird die kleine Seitenflamme alsbald das ausströmende Leuchtgas wieder entzünden. Beliebter als Gaslampen sind jedoch Weingeist- oder Benzinlampen.

In neuerer Zeit (1890) verbesserte Schirm seine Lampe dadurch (D. R.-P. 54423), dass er keine freie Flüssigkeit, sondern eine mit Benzin getränkte schwammige Masse (Werg etc.) anwendete, wodurch sie gänzlich gefahrlos zu handhaben und zu transportiren ist.

Der Apparat, Fig. 168, besteht aus einem Blechgefässe *a*, welches mit einer schwammartigen Masse angefüllt ist, die mit reinem Benzin getränkt wird. Alle freie Flüssigkeit wird abgeschüttet. In das Gefäss mündet ein Röhrchen *c*, welches mit dem Luftdruck-Apparate (in der Zeichnung fortgelassen) verbunden wird. Dieser Luftdruck-Apparat (Gummibirne etc.) muss mit zwei zwei Ventilen versehen sein, welche die Luft nur nach einer Richtung befördern und ein Zurücksaugen aus der Flamme verhüten.

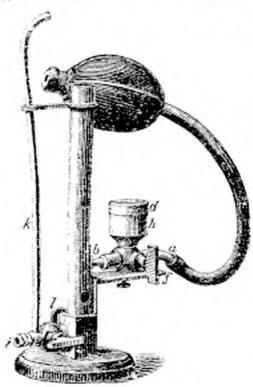


Fig. 167.

In der oberen Fläche der Lampe befindet sich ein mit feinen Oeffnungen d^1 versehener abschraubbarer Deckel *d*. Ueber der Mitte dieses Kreises der Gasausströmungs-Oeffnung lässt sich das Magnesium-Einblaserohr *e* mit dem Magnesiumbehälter *f* schieben. Durch ein dünnes Kautschukrohr *g* ist dieses Einblaserohr mit einem unweit des Rohres *c* befindlichen Rohrende *h* verbunden.

Dicht neben dem soeben beschriebenen Brenner befindet sich ein mit einem Dochte gefülltes Röhrchen *i*, an dessen Ende das zur Entzündung des Gasstromes dienende Zündflämmchen brennt.

Die Wirkungsweise des Apparates ist folgende:

Durch Druck auf den Luftdruck-Apparat wird Luft durch das Gefäss getrieben, sättigt sich hier mit Benzingasen, tritt zum Theil durch den Ring feiner Oeffnungen d^1 aus, entzündet sich an dem Zündflämmchen *i*, und bildet eine lange, äusserst intensive Stichflamme. Ein anderer Theil der mit brennbarem Gase gesättigten Luft geht durch das Magnesium-Zuführungsrohr *e*, nimmt hier das Magnesiumpulver mit und bringt es in die erwähnte Stichflamme zur Verbrennung.

Die Magnesiumzufuhr an dieser Lampe ist nach Wunsch entweder mit Hahn, wie bei den früheren Lampen, oder so eingerichtet, dass

sobald das Magnesiumgefäss aufrecht steht, das Magnesiumpulver sich selbsthätig in das Einblaserohr einfüllt und nach jedem Blitze ein leichtes Klopfen an der Lampe genügt, um eine Ladung mit Magnesiumpulver zu bewirken. Klappt man das Magnesiumgefäss um, so ist die Magnesiumzufuhr abgesperrt. Diese Lampe liefert eine etwas grössere Helligkeit als die ältere Form, weil die Flamme eine grössere Ausdehnung besitzt [1].

Die oben angewendete Menge von 5 cg (0.05 g) Magnesium ist die normale Beschickung der Lampe mittels der beigegebenen Füllvorrichtung, welche Menge geringer ist, als die von den meisten anderen Constructeuren benutzte Menge von 0.1 bis 1 g, welch letztere natürlich ein viel helleres Licht geben. Prof. Schirm bringt jedoch absichtlich ein so geringes Quantum zur Verbrennung und reiht bei grösserem Lichtbedarfe immer mehrere Lampen aneinander, da man auf diese Art

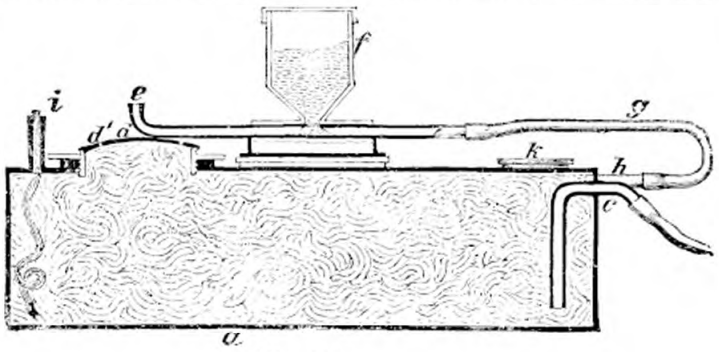


Fig. 168.

leichter eine zarte harmonische Beleuchtung erzielt, als mit einer einzigen grossen Lichtquelle: trotzdem ist für grosse Räume die Anwendung stärkerer und mehrerer Blitzlampen vortheilhafter.

Gleichfalls sehr empfehlenswerth ist Dr. Miethe's Magnesium-Blitzlampe [2], bei welcher gleichfalls das Bestreben darauf gerichtet ist, eine leuchtende Flamme von grosser Ausdehnung zu erhalten und das Magnesium thunlichst vollständig zu verbrennen. Hierbei (Fig. 169) ist in passender Höhe über der Flamme ein rundes Kupferblech angebracht, welches im Winkel von 45 Grad zur Flamme geneigt ist. Die Flamme schlägt gegen das Kupferblech und wird hierdurch gezwungen, sich seitlich fächerförmig auszubreiten. Bläst man nun von unten Magnesiumpulver in die Flamme, so verbrennt der grösste Theil im unteren und mittleren Theile der Flamme, während der unverbrannte Rest des Pulvers an dem schrägen Kupferblech abprallt und in den fächerförmigen Theil

1) Vergl. Eder, Phot. Corresp. 1890. Decemberheft.

2) Vergl. Eder, Phot. Wochenbl. Dec. 1890.

der Flamme gelangt, wo er verbrennt. Die Lampe, welche dauerhaft vernickelt ist, wird vor dem Gebrauche mit Weingeist gefüllt und der Docht so weit herausgezogen und oben auseinander gebreitet, dass beim Anzünden eine breite hohe Flamme entsteht, welche bis zum Kupferblech reicht; ist der Docht zu schmal, so ist die Gefahr vorhanden, dass das aus dem Röhrchen geblasene Magnesiumpulver seitlich bei der Flamme unverbrannt vorübergeht.

Die Vorrichtung zur Einführung des Magnesiumpulvers ist eine einfache und praktische: Eine mit einem Deckel verschliessbare Kapsel wird mit Magnesiumpulver gefüllt und dieses fällt von selbst in eine durch einen Hahn drehbare Hohlröhre; sobald man eine solche Füllung in das untere Einblaserohr bringen will, dreht man den Hahn um. Dadurch fällt das Pulver in das Blaserohr und schliesst gleichzeitig die obere Magnesiumkapsel, welche als Magazin dient, ab. Um das Magnesium in die Weingeistflamme zu blasen, presst man den Kautschukballon rasch zusammen.

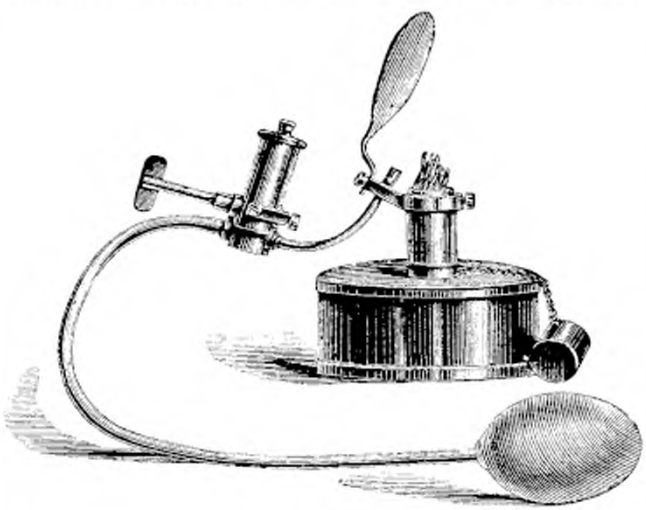


Fig. 169.

Wünscht man einen neuen Magnesiumblitz zu erzeugen, so genügt ein Drehen des Hahnes und leichtes Klopfen am Magazin, um eine neue Füllung zu bewerkstelligen. Die einfache Füllung fasst ungefähr 0,1 g Magnesiumpulver, jedoch kann man durch mehrmaliges Oeffnen des Hahnes auch mehr Magnesium, z. B. 0,3 g, zur Anwendung bringen.

Eine gute Construction ist die R. von Loehr'sche Blitzlampe[1]), welche das Abbrennen von sehr grossen Mengen Magnesium (1 bis 5 g) gestattet, demzufolge ein sehr helles, aber auch merklich langsameres Blitzlicht gibt als die meisten anderen Lampen (s. die Tabelle auf S. 457). Die Loehr'sche Lampe ist in Fig. 170 abgebildet.

Die Anwendung geschieht in folgender Weise: Die Rinnen bei *b* und *d* werden mit Docht oder Asbestwolle ausgelegt und diese mit Benzin-Spirituslösung getränkt, in *c* wird reines Magnesiumpulver eingefüllt, *a* und *e* bilden Anfang und Ende einer Röhre, welche der Flamme Luft, resp. mehr Sauerstoff zuführen soll. Entzündet man nun bei *b* und *d* die Benzinlösung, so bilden die beiden Flammen einen

1) Moll's Phot. Notizen. 1889. — Lechner's Mittheilungen. 1889.

grossen gemeinschaftlichen Lichtkegel. Das Rohr *f* mündet in den Raum, in welchem das Magnesiumpulver lagert, und an demselben ist ein Gummischlauch mit Doppelgebläse angesteckt. Hat man nun zur Aufnahme alles vorbereitet, so hält man mit den Fingern, eventuell mit einem Quetschhahn den Gummischlauch zu, pumpt mittels des Ballens *h* den Ballen *g* voll Luft, macht im gegebenen Augenblick den Schlauch frei und drückt gleichzeitig auf den Ballen *h*, wobei die Luft durch

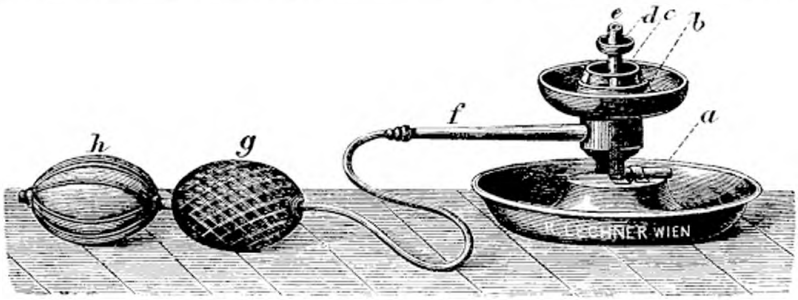


Fig. 170. Loehr's Blitzapparat.

das Rohr *f* auf das Magnesiumpulver trifft, dieses in die Flamme treibt, wo eine sofortige Verbrennung unter intensiver Lichtwirkung erzielt wird.

O. Hruza in Wien construirte (1890) eine sehr gute Lampe, deren Grundidee darin besteht, dass sich zwei Ströme noch vor dem Eintritt in die Flamme treffen (unter einem spitzen Winkel) und so die Zerstäubung des Magnesiums bewirken; dadurch entsteht eine grosse Lichtfläche und folglich auch eine hohe Lichtintensität [1]). Die Manipulation mit dieser in Fig. 171 abgebildeten Lampe ist sehr einfach: Man schüttet in die beiden Trichter je eine Messerspitze Magnesiumstaub und stellt durch Einfügen der in die Trichter passenden, in ein Rohr vereinigten Einsatzrohre die Verbindung mit dem Druckballon her, zündet die in der oben angebrachten Rinne befindliche, mit Spiritus getränkte Watte an und erzeugt durch einen einfachen Druck auf den Ballon den Blitz. Das Magnesiumpulver wird vollständig oxydirt, es findet also eine vollkommene Verbrennung statt. (Ferner kann man durch Einfüllen von chlorsaurem Kali und überchlor-

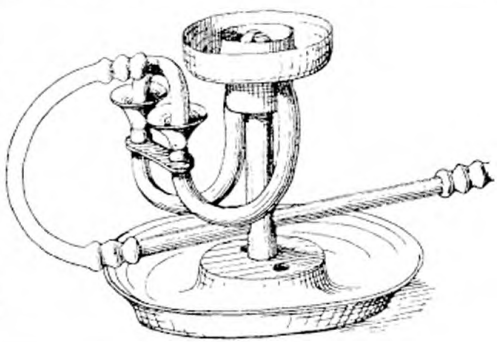


Fig. 171.

1) Vergl. Eder's Jahrbuch für Photogr. f. 1890.

saurem Kali in das eine Rohr und von Magnesium und etwas Schwefel in das andere Rohr eine hochintensive Blitzflamme erzeugen, ohne Gefahr zu laufen, ein explosives Gemenge in Händen zu haben.)

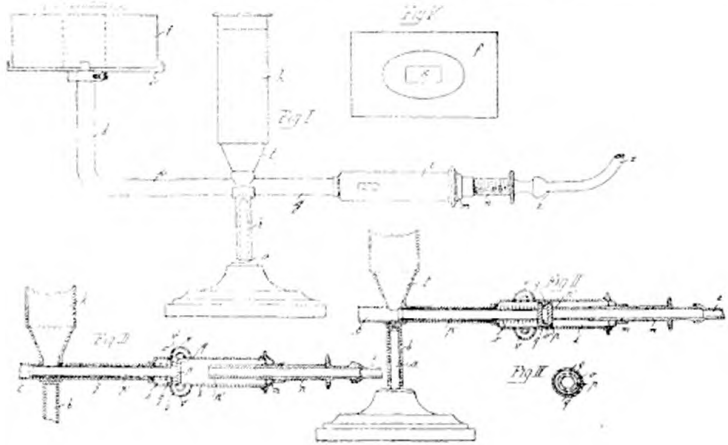


Fig. 172.

Sinsel in Leipzig gab dem Magazin für Magnesiumpulver eine derartige Form, dass es sich selbstthätig füllt und man mehrmals rasch hintereinander ein kräftiges Blitzlicht erzeugen kann, indem man jedesmal bloss den Kautschukballon drückt. Fig. 172 zeigt die Lampe: *f* ist eine kreisrunde Weingeistlampe, in welche das Rohr *b* mündet; *k* ist das Magazin, aus welchem das Pulver in die Röhre fällt; durch pneumatischen Druck wird im Innern der Röhre ein Metallcylinder vorwärts geschoben, welcher eine gewisse Menge Magnesiumpulver vor sich herschiebt und der eine derartige Führung besitzt, dass in einem gegebenen Momente die zusammengedrückte Luft nach vorne austritt und das Magnesiumpulver in die Flamme schleudert. (Die Einrichtung ist in der Figur angedeutet.) Diese Lampe gestattet von allen Constructionen das rascheste Repetiren und gibt ein sehr helles, kurz andauerndes Licht.

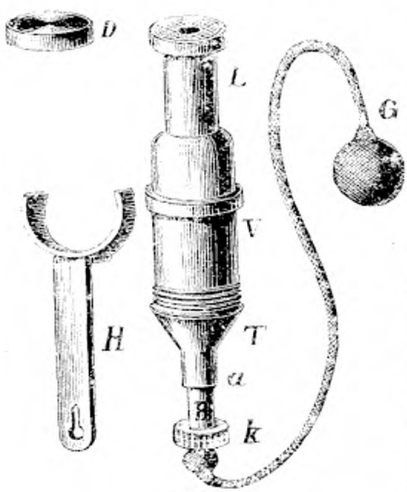


Fig. 173.

Eine sehr einfache und billige Form gaben Haake & Albers in Frankfurt a. M. ihrer Blitzlampe (Fig. 173).

Der Brenner *L* wird abgenommen und mit einem Gemisch von Spiritus und Benzin (1 : 1) gefüllt und alsdann wieder auf das Röhrchen gesteckt. Um das Ver-

dunsten der Flüssigkeit zu verhindern, setzt man stets den Deckel *D* auf den Brenner. Der Behälter *V* dient zur Aufnahme von Magnesiumpulver und ist durch den Trichter *T* verschlossen. Letzterer wird abgeschraubt, wenn der Behälter mit Magnesiumpulver gefüllt werden soll. Bei Benutzung entzündet man den Brenner, drückt den Knopf *K* bis an den Ansatz *a* in die Höhe und erschüttert den Apparat durch Anklopfen mit dem Finger, wodurch eine ganz bestimmte Menge Pulver in den Schieber *B* fällt. Zieht man diesen zurück und dreht ihn gleichzeitig, so dass man das Pulver durchschneidet, so ist der Apparat zum Gebrauche geladen. Durch Zusammenpressen des Gummiballen *G* wird das Magnesiumpulver central durch die Flamme gestossen und vollständig entzündet.

Dem Apparat ist ein gabelförmiger Halter *H* beigegeben, in welchem der Behälter *V* unterhalb des Bundes eingeklemmt wird, so dass die Lampe an ein Gestell oder an den photographischen Apparat selbst befestigt werden kann.

b) Eintragung des Magnesiumpulvers in eine brennende Flamme von oben.

Die ersten Versuche dieser Art von Larkin wurden bereits auf Seite 490 erwähnt.

In dieser Richtung stellte ferner W. H. Harrison[1]) im Jahre 1884 Versuche an, welche ähnlich wie die vorhin beschriebenen sind. Er schüttete Magnesiumpulver mit Sand gemischt in einen Trichter, wodurch eine lange, mächtige, rasch vorübergehende Flamme entsteht, bei welcher er Porträtaufnahmen machte.

Jedoch ist die Beimengung von Sand bei diesem Versuche ganz überflüssig, da er nur die Verbrennungsgeschwindigkeit herabsetzt. Wirft man reines Magnesiumpulver von oben in eine Kerzen- oder Weingeistflamme, so verbrennt dasselbe blitzschnell; man hüte sich jedoch, bei diesem Versuche das Magnesiumpulver zwischen den Fingern zu halten und über der Flamme auszustreuen, da die Flamme äusserst rasch emporzüngelt und die Hand schwer verbrennen kann. Man muss deshalb zum Versuche einen langstieligen Löffel verwenden.

Auf Grund des hier beschriebenen Versuches lassen sich Magnesium-Blitzlampen construiren, welche ebenso grosse Verbrennungsgeschwindigkeit und Helligkeit besitzen, wie jene Lampen, bei welchen das Magnesium quer durch die Flamme gepustet wird.

Hierher gehört die neuere „Fulgur-Lampe" von Dr. Hesekiel. Diese neue, patentirte Blitzvorrichtung ist hauptsächlich dadurch charakterisirt, dass dieselbe an jeder beliebigen Cylinderlampe angehängt werden kann und dass durch sie das Magnesium nicht in der Zugrichtung der Lampengase gehenden Pressluftstrom hineingeblasen, sondern gerade in entgegengesetzter Richtung und durch eine mechanische Vorrichtung

1) Brit. Journ. of Phot. 1884. S. 123. Phot. Wochenbl. 1884. S. 96.

hineingeschleudert wird. Dadurch wird das Magnesium gründlich mit intensiver Flamme und in einem kurzen Zeitraum verbrannt.

Die Vorrichtung besteht aus einer Art durch Federkraft gespannter und pneumatisch zu lösender Schleuder und kann am oberen Cylinderende eines jeden Petroleum- oder Gasbrenners angehängt werden, wie Fig. 174 zeigt. Wenn (z. B. bei Gruppenaufnahmen) mehrere Blitze zu gleicher Zeit erzeugt werden sollen, so werden die auf verschiedenen Lampen sitzenden Apparate vermittelst eines mehrtheiligen Gabelrohres alle an einen Pressballon angeschlossen. So kann man z. B. alle Flammen einer grossen Gaskrone durch den Luftdruck eines einzigen Ballons zum momentanen Aufblitzen bringen. — Die Apparate können, ohne Schaden zu nehmen, stundenlang vor- und nachher an den Lampen hängen bleiben.

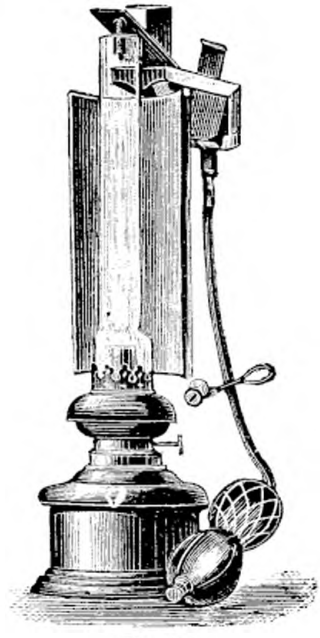


Fig. 174.

Die Vortheile der Lampe sind, dass das Magnesiumoxyd nicht in der Luft vertheilt, sondern als weisser Beschlag am Lampencylinder sich abscheidet, ohne die Anwesenden zu belästigen. Dagegen tritt der Nachtheil auf, dass dieser Beschlag die Lichtkraft des „Blitzes" beeinträchtigt (s. Tabelle auf S. 457) und der Lampencylinder jedesmal sorgfältig gereinigt werden muss.

Herr Baltin stellte mit dem „Fulgur-Apparate" hübsche Gruppenaufnahmen her, indem er denselben an der Hängelampe über dem Familientische befestigte (s. Tafel I).

c) Verbrennung von Magnesiumpulver mittels Sauerstoff.

Piffard (Phot. News. 1888; Phot. Corresp. 1888. S. 352) verwendet zum Blasen des Magnesiumpulvers in eine Spiritusflamme Sauerstoff, welchen er in einem Reservoir mittels Druckpumpe comprimirt. Das Reservoir steht (mittels Kautschukschlauch) mit einer dem bekannten Zerstäuber ähnlichen Vorrichtung in Verbindung, in deren Gefäss das Magnesiumpulver enthalten ist. Fig. 175 versinnbildlicht den Gebrauch des Apparates.

F) Magnesium-Blitzlicht mittels explosiver Mischungen.

Mischt man Magnesiumpulver mit chlorsaurem Kali, überchlorsaurem Kali, Salpeter etc. und berührt diese Mischung mit einem brennenden oder glühenden Körper, so verbrennt dieselbe blitzschnell, indem eine

Art Verpuffung eintritt, welche jedoch bei correcter Handhabung ganz ungefährlich ist. Jedoch können diese raschen Verbrennungen explosionsartig verlaufen, wenn man grössere compacte Massen der Mischung entzündet.

Diese Art des Blitzlichtes gibt bei enorm hoher Lichtentwickelung eine kürzere Verbrennungsdauer als alle anderen vorhin erwähnten Methoden und man kann selbst Mengen von 30 g Magnesium in geeigneter Mischung in einem Bruchtheile einer Secunde zum Verbrennen bringen, und auf diese Weise die Helligkeit aufs äusserste steigern.

Obschon das Blitzlicht mittels explosiver Mischungen in der Hand des Geübten völlig gefahrlos ist, sollte dennoch der Ungeübte von dessen Verwendung absehen und bei der vorhin beschriebenen Art des Blitzlichtes bleiben.

Das Mischen des Magnesiumpulvers mit dem gepulverten Kaliumchlorat soll auf einer Papierunterlage mit der Hand oder einer Federfahne geschehen. Niemals verreibe man das Gemisch von Kaliumchlorat mit dem Magnesium oder noch weniger mit Schwefelantimon in einem Mörser, da hierbei eine heftige Explosion eintreten kann. Nach obigem Vorgange ist jedoch die Herstellung der Explosivpulver ganz gefahrlos. Keinesfalls bereite man eine grössere Quantität der Mischung im Vorrathe, da sich dieselbe durch Unvorsichtigkeit unter Explosion entzünden könnte; das Aufbewahren der einzelnen Bestandtheile ist jedoch ganz gefahrlos!

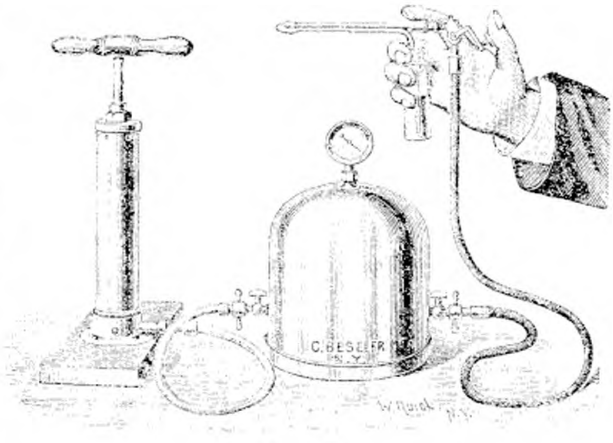


Fig. 175.

Die Versendung der Mischungen von Magnesiumpulver und Kaliumchlorat ist vom Postverkehre ausgeschlossen.

G) Mischungen von Magnesium mit Kaliumchlorat.

J. Gädicke und A. Miethe beschreiben in ihrer ersten Publication, „Anleitung zum Photographiren bei Magnesiumlicht" (Berlin 1887, bei R. Oppenheim), eine blitzartig verbrennende Mischung von 60 Th. Kaliumchlorat, 30 Th. Magnesiumpulver und 10 Th. Schwefelantimon. Dasselbe wird mit den Fingern gemischt und beim Gebrauche mittels eines Zünders (!) auf einem Blech angezündet[1]).

1) Man darf die Mischung nicht mittels eines Zündhölzchens entzünden, sonst könnte man sich schwer verbrennen.

Zu diesem Zwecke kann man das Blitzpulver auf eine Eisenplatte oder in ein ganz flaches Eisenschälchen streuen, einen Zünder (Salpeterpapier[1]) oder eine andere Lunte hineinlegen und dann an einem Ende entzünden. Das Ganze kann auf einem Ständer nebst einem Reflector in der in Fig. 176 angegebenen Art angeordnet werden. 1 g Magnesiummischung genügt für eine Porträtaufnahme.

Zu einer Gruppenaufnahme auf Platten von 18 × 24 cm mit Köpfen bis zu $1^1/_2$ cm Grösse braucht man ungefähr 10 g Magnesium-Blitzpulver in einem Abstande von 4 bis 5 m. mit einem ziemlich stark abgeblendeten Euryscop $\left(\frac{A}{10}\right)$[2].

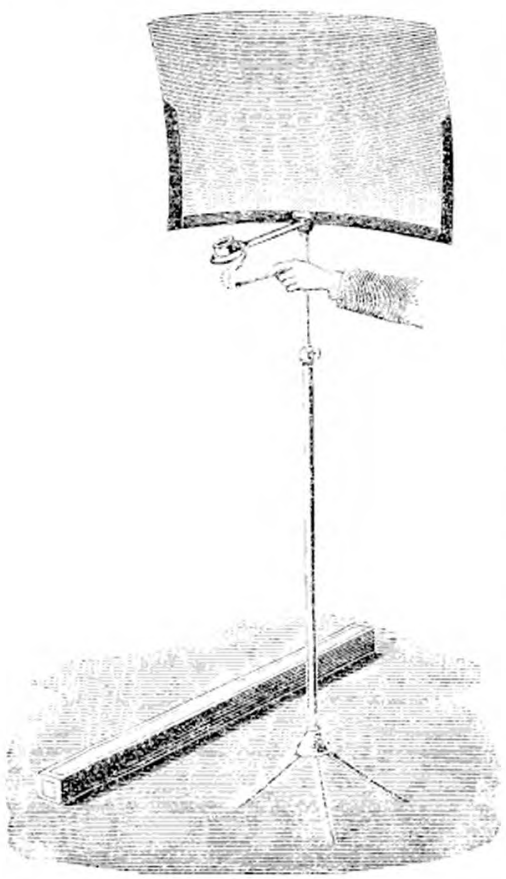


Fig. 176.

Auch Dr. A. Meydenbauer hat sich zur selben Zeit mit Versuchen über Mischungen von Magnesiumpulver mit sauerstoffreichen Körpern (Salpeter, Kaliumchlorat) befasst und kurze Zeit nach dem Bekanntwerden von Gaedicke und Miethe's Magnesium-Blitzpulver seine Resultate mitgetheilt (Phot. Wochenbl. 1887. S. 151). Dr. Meydenbauer empfahl Mischungen von Magnesiumpulver mit Salpeter oder Kaliumchlorat. Nach den chemischen Verhältnisszahlen kommen auf 100 Th. Magnesiumpulver, 166.6 Th. Kalisalpeter oder 168,4 Th. Kaliumchlorat; eine Mischung äquivalenter Mengen von Magnesium und Chlorat verbrennt jedoch explosionsartig mit dumpfem Knall. Vermehrung des Kaliumchlorates macht jedoch den Vorgang ungefährlich. Meydenbauer blieb schliesslich bei einem Gemische von 1 Th. Magnesiumpulver, gemischt mit 2 Th. Kaliumchlorat stehen (a. a. O. Seite 183).

1) Ueber dessen Herstellung s. unten Seite 515.

2) 102 g Magnesium-Blitzpulver (von Gaedicke) wirken in 1 m Entfernung ebenso stark auf Albuminpapier wie Sonnenlicht in 1 Secunde (Phot. Mitth. 1887. Seite 109).

Besonders wirksam ist das von Dr. Müller empfohlene Gemisch[1]) von Magnesiumpulver, chlorsaurem und überchlorsaurem Kali, welches mit weniger Rauch als die ältere Mischung von Gaedicke und Miethe und dabei sehr rasch abbrennt. Diese Mischung verwendet der Verfasser in der Regel sobald er einer rasch verbrennenden Magnesium-Explosivmischung bedarf. Das Müller'sche Gemisch enthält überchlorsaures Kali (Kaliumperchlorat, $KClO_4$) und Magnesiumpulver, welches beim Anzünden nach der Gleichung $KClO_4 + Mg_4 = KCl + 4\,MgO$ verbrennt. Das überchlorsaure Kali verpufft mit Magnesium viel heftiger als chlorsaures Kali; das Licht ist äusserst intensiv.

Etwas langsamer, aber gleichfalls sehr intensiv verbrennt ein Gemisch von 30 Theilen überchlorsaurem Kali,
30 „ chlorsaurem Kali,
40 „ Magnesiumpulver.

Jeder Bestandtheil wird für sich allein zuvor gepulvert und dann vorsichtig auf Papier (mit den Fingern) gemischt. Das Entzünden der Mischung geschieht, indem man Salpeter-Papier als Zünder herstellt. Man zieht zu diesem Zwecke Streifen von starkem Fliesspapier durch eine kaltgesättigte Lösung von Kalisalpeter und hängt zum Trocknen auf. Ein etwa 10 mm breites Salpeter-Papier wird dachförmig (/\) gebogen, in das auf einen Haufen geschüttete Blitzpulver hineingeschoben und an einem Ende entzündet. Das Salpeter-Papier glimmt langsam und zündet sicher. Zu Porträtaufnahmen ist diese Art der Entzündung nicht geeignet, weil vor der Entzündung der Hauptmasse sich kleine Lichtblitze momentan zeigen, welche die Person beunruhigen. In diesem Falle bindet man eine Rolle Salpeter-Papier an einen langen Stock und berührt mit dem zum Glimmen gebrachten Papier die Blitzpulvermischung, die sich augenblicklich entzündet.

Durch den elektrischen Funken oder Inductionsfunken ist das Gemisch nicht zu entzünden.

Besser mit einem durch Elektricität zum Glühen gebrachten Draht; jedoch wird die dünne Platinschlinge jedesmal bei der Verpuffung zerstört. Dr. Müller verwendet auch eine pneumatische Entzündung seines Blitzpulvers. Er bläst mittels eines Kautschukballons aus einer Glasröhre Lycopodiumstaub (Hexenmehl) in eine Weingeistflamme, wodurch ein weitgehender Feuerstrahl entsteht, der auf das Magnesiumgemisch trifft.

Das Princip des in Fig. 177 abgebildeten Apparates ist folgendes: Bläst man einen mit Lycopodiumstaub geschwängerten Luftstrom durch

1) Müller, Bedeutung und Verwendung des Magnesiumlichtes in der Photographie. 1889. (Weimar).

eine Flamme, so beobachtet man einen ziemlich weitgehenden Feuerstrahl. Letzterer ist nicht heiss und entzündet, direct auf das Blitzgemisch geblasen, dieses nicht, wohl aber unfehlbar Schiessbaumwolle. Steht nun letztere mit dem Blitzpulver in directer Berührung, so erfolgt die Verpuffung. In Fig. 177 ist *a* ein Metallgefäss mit Lycopodiumpulver; der obere Theil ist mit Kork verschlossen, durch welchen ein gebogenes Metallrohr (mit Gummischlauch und Ballon) reicht. Drückt man auf den Gummiball, so reisst der Luftstrom das Lycopodiumpulver mit und tritt durch das Seitenrohr *b* aus, gelangt in die Kerzenflamme und es tritt ein Feuerstrahl in das 6 cm lange und $2^1/_2$ cm weite Messingrohr. Dieses leitet die Flammenzunge gegen den flachen Kasten, worin das Blitzpulver sich befindet, und welcher bei *d* eine kleine Oeff-

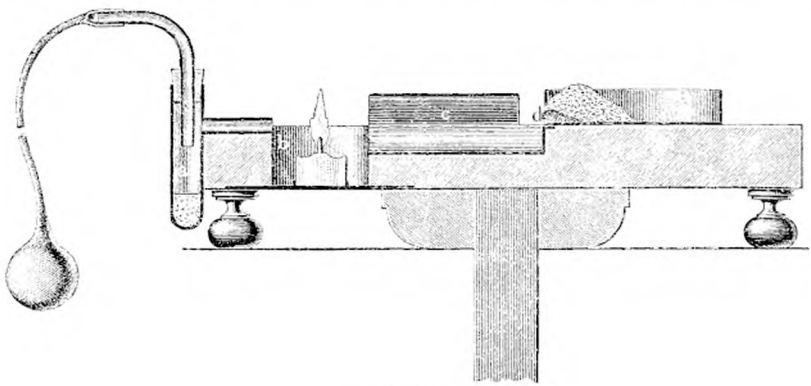


Fig. 177.

nung besitzt, aus welcher ein kleiner Bauschen Schiessbaumwolle herausragt. Innerhalb des flachen Kastens ist das Blitzpulver über das andere Ende des Bauschens von Schiesswolle geschüttet; die Entzündung der Schiesswolle bewirkt die Entzündung des Blitzpulvers. Will man den Apparat benutzen, so beschickt man ihn gänzlich, zündet dann erst die Kerze an und hütet sich aus Unvorsichtigkeit vorzeitig den Gummiball zu berühren; im gegebenen Moment bewirkt der Druck auf den Gummiball die Entzündung.

Dr. Müller benutzte für seine Höhlenbilder 1. ein Voigtländer-Euryscop No. 4 (IV) von 366 mm Brennweite; 2. ein Voigtländer-Weitwinkeleuryscop No. 4 von 235 mm Brennweite; 3. ein Weitwinkelobjectiv von 177 mm Brennweite. Je weiter der aufzunehmende Gegenstand entfernt ist, desto mehr Magnesiummischung braucht man. Z. B. braucht man für das Verhältniss von Brennweite (f) zu Linsen- oder Blenden-

durchmesser (a) $= \left(\frac{f}{9}\right)^2 = 100$ annähernd 3 g Magnesiumpulver, im Falle der Gegenstand 7 m von der Camera entfernt ist. Für das Euryscop (dritte Blende) bei einer Distanz des Gegenstandes von 4 m braucht man 0,15 g, während man bei 10 m Distanz 15 g braucht. Ein Weitwinkelobjectiv (mit dritter Blende) erfordert bei 12 m Distanz circa 35 g Blitzpulver. In Höhlen, wo kein Reflex zu erwarten ist, nimmt Dr. Müller um 25 Proc. Magnesiummischung mehr als oben angegeben ist.

Nach den Versuchen des Verfassers ist dieses Müller'sche Blitzpulver sehr empfehlenswerth; seine Verbrennungsdauer ist (ebenso wie bei Gaedicke und Miethe's Pulver) viel schneller, als bei dem gewöhnlichen Magnesium-Blitzlicht (s. S. 502) und selbst bei grossen Massen von Pulver erfolgt die Verbrennung blitzschnell. Sie ist gefahrlos, wenn man das Pulver in Form eines langen, schmalen Walles aufschüttet; jedoch kann die Entzündung eines compacten Haufens von 80 bis 100 g von diesem Pulver in geschlossenen Höhlen gefährlich werden, da starke Erschütterungen die Folge sind. Baron von Lilien stellte mit so grossen Massen von Blitzpulver Photographien des Inneren einer grossen Höhle bei Salzburg her (Kolowratshöhle), welche wohl vortrefflich und ohne Nachtheil für den Operateur gelangen, allein die Mischung übte eine Art Sprengwirkung, so dass ein dröhnender Schall erfolgte, welcher auf die ausserhalb des Berges Befindlichen den Eindruck machte, als ob im Inneren ein Bergeinsturz erfolgt sei. Es wird sich also vielleicht auch in diesem Falle die Anwendung der weniger heftig wirkenden Magnesium-Salpeter-Mischung, oder das rasch aufeinanderfolgende Abbrennen einer Magnesium-Blitzlampe (z. B. der Sinsel'schen oder einer ähnlichen) empfehlen.

Damit man von dem beim Verbrennen von Magnesiumblitzpulver entwickelten Rauch im Zimmer nicht belästigt wird, kann man die Magnesiummischung in einem grossen Blechkasten oder Glase abbrennen.

Gaedicke und Miethe benutzten einen flachen, an einer Seite verglasten Blechkasten, aus welchem ein kurzer Schornstein mit seitlichem Knie herausführte, der am Ende mit einer sich nach Aussen öffnenden Klappe versehen ist. Man entzündet darin mit der Lunte das Blitzlicht; der entwickelte Rauch bleibt im Kasten, welchen man dann ins Freie tragen und den Rauch ausströmen lassen kann. Die Klappe öffnet sich nach aussen, sobald ein starker Gasdruck beim Entzünden erfolgt.

Dr. Meydenbauer[1]) benutzt ein grosses Einsiedeglas von 9 Liter Inhalt, auf dessen Boden das Pulver in einem Metallschälchen liegt.

1) Phot. Wochenbl. 1877. S. 182.

während nach dem Anzünden des Zünders von oben ein schlaffer Sack um den Rand des Gefässes mit einer Schnur gezogen wird. Das Pulver soll nicht mehr als 5 g betragen (!!); es verbrennt momentan, bläst den Sack hierbei völlig auf, welcher beim Abkühlen wieder zusammenfällt und allen Qualm enthält. Aus Sicherheit kann man das Glas mit starkem Draht umflechten lassen. Grössere Mengen Blitzpulver können die Gläser zerschmettern (!).

H) Mischung von Magnesiumpulver und Salpeter.

Gaedicke und Miethe und Andere ersetzten das chlorsaure Kali durch einen minder explosiven Körper; in der That gelingt die Herstellung des Blitzlichtes auch mit Salpeter.

Gleiche Theile Magnesiumpulver und Salpetermehl oder 2 Theile Magnesiumpulver und 3 Theile Salpeter geben ein gutes Blitzlicht.

Eine Mischung von Magnesiumpulver und Salpetermehl, welche man in eine schmale, flache, eiserne Rinne streut und mittels eines Zünders entzündet, brennt gefahrlos, selbst in grossen Massen ab, so dass sich dieses Gemisch zur Beleuchtung von Höhlen und grossen Interieurs gut eignet.

1. Verschiedene andere Arten des Magnesium-Blitzlichtes.

Piffard[1]) machte erfolgreiche Aufnahmen, indem er über $^1/_8$ g Schiessbaumwolle $^3/_4$ bis 1 g Magnesiumpulver in circa 3 m Abstand vom Modell abbrannte; die Verbrennung erfolgt nicht rascher als jene von Explosivpulver.

Newcomb mischte 1 Th. Magnesiumpulver mit 5—7 Th. trockenem Natronsalpeter und entzündete das Gemisch wie das auf S. 518 erwähnte Blitzpulver; es entwickelt sich, zufolge der Gegenwart des Natriumsalzes ein gelbes Blitzlicht, welches auf orthochromatischen Platten einen ähnlichen Effect geben soll, wie orthochromatische Aufnahmen mit Gelbscheibe. (Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1890. S. 302.)

Friese Greene stellte in der Versammlung der „Phot. Society of Great Britain" am 22. Mai 1888 Porträtphotographien bei Magnesium-Blitzlicht her, dem er etwas Strontiumnitrat beigemengt hatte und gibt an, auf diese Weise Photographien erhalten zu haben, welche weniger der Retouche bedürfen (Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1889. S. 378).

Dr. Röhmann empfiehlt für Mikrophotographie das Magnesium-Blitzlicht (Phot. Mitth. 1890. Bd. 27. S. 122): eine Mischung von 96 Theilen Magnesiumpulver und 138 Theilen überchlorsaurem Kali ver-

1) Phot. News. 1887. S. 697.

pufft mit geringem Rauch und ausserordentlich hellem Lichte. Für orthochromatische Aufnahmen setzt man Natrium- und Baryumsalze zu und zwar mischt er

A) 10 g von obigem Gemische von Magnesium und überchlorsaurem Kali,
B) $^1/_2$ g Kochsalz,
C) 1 g eines Gemenges von 285 Theilen trockenen weinsauren Baryums mit 138 Theilen überchlorsaurem Kali.

Diese Gemische gaben bei 1000facher Vergrösserung und enger Blende sehr schöne kräftige Negative auf orthochromatischen Obernetter-Platten.

2. Porträt- und Gruppen-Aufnahmen.

Bei Porträt-Aufnahmen soll das Magnesiumlicht so kurz dauern, dass der Lichtblitz schneller vorübergeht, als ein Zusammenzucken der Person erfolgt. Die Zeitdauer, welche verfliesst, bis ein Zusammenfahren oder Schliessen der Augen zufolge eines blendenden Lichteindruckes erfolgt, ist verschieden. Bekanntlich überträgt das Auge den Lichteindruck nur in einer gewissen Zeit aufs Gehirn und von da bis zu einem Bewegungsnerven ist wieder ein gewisser Zeitraum erforderlich, was im Allgemeinen $^1/_5$ bis $^1/_{15}$ Secunde beträgt. Daraus folgt, dass die Dauer des Blitzlichtes nicht wesentlich länger als ungefähr $^1/_5$ Secunde sein soll, sonst erscheinen die Aufnahmen bewegt. Liegt die Dauer des Blitzes an der Grenze der Zulässigkeit, so kommt es vor, dass auf der Photographie die Augendeckel der Personen geschlossen erscheinen.

Ueber den Vorgang bei Blitzaufnahmen sei noch Folgendes erwähnt:

Will man bei Nacht in einem Zimmer eine Blitzaufnahme machen, so stelle man zuerst, wie bei jeder gewöhnlichen Aufnahme scharf ein, wozu man sich einer Lampe oder Kerze bedient. Ist dies geschehen, so beseitigt man alles fremde Licht, welches direct ins Objectiv scheinen könnte und lässt nur seitlich oder hinter der Camera eine Lampe brennen, damit die Augen des Modelles keine unnatürliche Erweiterung der Pupille erleiden, was im Dunklen stets geschieht; auch erschreckt der „Blitz" das Modell in einem hellen Zimmer weniger als in völliger Finsterniss: dann setzt man die Cassette ein und öffnet den Schieber derselben sowie den Deckel des Objectives. Hinter oder neben dem Apparate entzündet man dann in oben beschriebener Weise das Pulver im Magnesium-Blitzapparat.

Ueber die Art und Weise, wie man gut beleuchtete und modulirte Magnesium-Blitzphotographien erhält, kann man ebenso wenig eine

bestimmte, allgemein gültige Regel aufstellen, als bei der Photographie bei Tageslicht.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass eine einzige grelle Lichtquelle eine härtere Beleuchtung gibt, als mehrere vertheilte kleine Flammen (s. S. 507). Ein entsprechend grosser Schirm von Seidenpapier oder ein Schirm von dünner, nasser, transparenter Leinwand (1 bis 2 Quadratmeter) gibt eine weichere Beleuchtung, verschluckt aber beiläufig $^1/_5$ des Lichtes. Sind die Schattenpartien zu schwarz, so bringt man an dieser Seite einen grossen weissen Reflectorschirm an.

Fachlehrer H. Lenhard erzielte an der Versuchsanstalt für Photographie hübsche Beleuchtungs-Effecte, indem er seitlich vor die Person einen grossen Schirm mit benetzter, dünner, transparenter Leinwand aufstellte und dahinter drei Schirm'sche Lampen. Ein weisser Reflector hellt die Schattenpartien auf[1]).

Man kann z. B. gute Resultate mit einer Lampe erzielen, wenn man die Lampe entsprechend höher als die Camera stellt und einen Seidenpapierschirm vor die Lampe stellt.

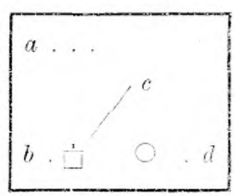


Fig. 178.

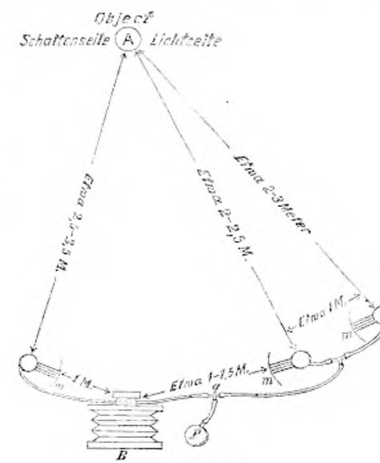


Fig. 179.

Diese Anordnung ist z. B. in Fig. 178 dargestellt:

a ist das aufzunehmende Object (Personen etc.), *b* die Camera, *c* der Papierschirm, *d* der Blitzapparat.

Man beachte, dass in der unmittelbaren Nähe des Blitzapparates kein Vorhang oder dergleichen sich befindet, und ebenso schütze man den Fussboden vor eventuell herabfallenden glühenden Magnesiumtheilen.

Fig. 179 zeigt die von Schirm benutzte Anordnung mit drei Lampen, wobei *m*, *m*, *m* die Lampen, *B* die Camera, *P* den Kautschukballon für die Blitzlampen darstellen[2]).

1) Diese Aufnahmen sind in Eder's „Jahrbuch f. Photogr. für 1889" publicirt.
2) Vergl. Schirm (in Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1891, S. 249).

Bei der Aufnahme in geräumigen Zimmern, in welchen Gruppen von mehreren Personen aufzunehmen sind, braucht man drei bis fünf Schirm'sche oder ähnliche Lampen, welche man auf der einen Seite anordnet. Sollten sich zu schwere (dunkle) Schatten auf der entgegengesetzten Seite zeigen, so kann man gleichzeitig eine Lampe an dieser

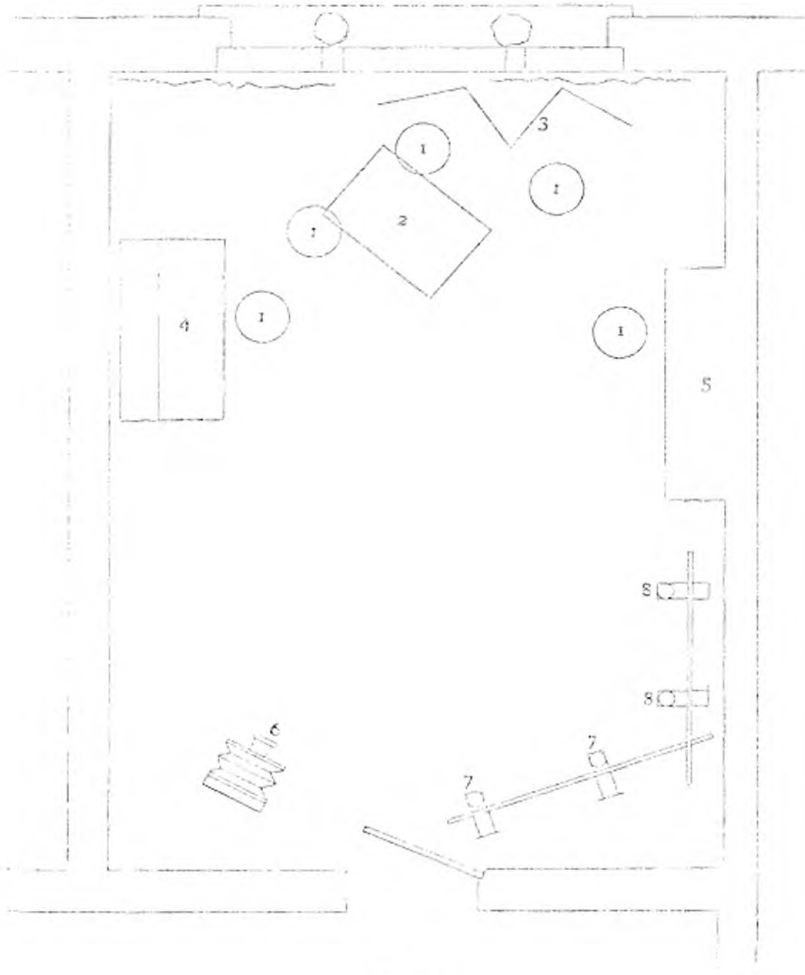


Fig. 180.

Seite abbrennen, muss aber Sorge tragen, dass keine störende falsche Beleuchtung entsteht.

Als Objectiv kann ein Euryscop (mit mässiger Abblendung), Aplanat, Antiplanet oder sogar ein lichtstarkes Weitwinkel-Euryscop dienen.

Van Delden in Breslau stellte im Herbst 1889 Maskenball-Photographien bei Magnesium-Blitzlicht her, wobei er acht Schirm'sche Lampen und einen Gesammtverbrauch von 0,12 g Magnesium pro Auf-

nahme hatte. C. C. Schirm errichtete Ende 1889 in Berlin ein Atelier, in welchem ausschliesslich mit Magnesiumlicht gearbeitet wird. Als Atelier dient ein durch ein Fenster erhelltes geräumiges Zimmer. Als Lampen dienen mehrere Blitzlampen (bis 20 Stück).

Eine gute Anordnung von vier Blitzlampen zeigt Tafel II (nach Slingsby). Auf der Schattenseite ist ein weisser Reflector aufgestellt, welcher die Schatten im Porträte aufhellt. Selbstverständlich sind alle vier Lampen auf einmal pneumatisch abzubrennen.

Tafel III zeigt die Autotypie einer photographischen Gruppen- und Interieuraufnahme von Slingsby in Lincoln [1]). Die Anordnung der Lampen und der Camera bei dieser Aufnahme zeigt Fig. 180, wobei

1 die aufzunehmenden Personen,
2 die Ottomane am Bilde,
3 eine zusammenlegbare Wand,
4 das Pianoforte,
5 den Ofen,
6 die Camera,
7 und 8 die Magnesiumlampen

vorstellen. Die Lampen befinden sich in einer Höhe von theils $5^1/_2$ bis 6 Fuss (englisch), theils 7 bis 8 Fuss über dem Fussboden.

In ähnlicher Weise kann man auch in grösseren Ballsälen unter Anwendung von 9 bis 10 Lampen gute Aufnahmen erhalten, wie in Tafel IV eine derartige Aufnahme Slingsby's gezeigt ist.

3. Interieur-Aufnahmen.

Bei dunklen Interieurs dient das Magnesium-Blitzlicht sowohl zur Hilfsbeleuchtung, als zur ausschliesslichen Beleuchtung der Räume. Im ersteren Falle exponirt man dunkle Ecken, Maschinenräume etc. theilweise bei dem vorhandenen (eventuell ungenügenden) Tageslichte aus und erhellt dann die dunkeln Schatten durch einen mehr oder weniger starken „Magnesiumblitz“ [2]).

Die scharfe Einstellung des Bildes in Höhlen und grossen Räumen bietet bei Kerzenlicht Schwierigkeiten, weil das Bild auf der Visirscheibe schwer wahrzunehmen ist. Prof. Müller benutzte bei seinen Aufnahmen von Tropfsteinhöhlen folgende Vorrichtung [3]), welche sehr

1) R. Slingsby, Practical Flash Light Photography. 1890.

2) Aehnliches kann auch bei Porträtaufnahmen geschehen.

3) Die Hermannshöhle bei Rübeland, 1889. — Separat abgedruckt in Schwier's Verlag (Weimar).

empfehlenswerth ist. Man nimmt aus einer viereckigen Laterne eine der vier Glasscheiben heraus und ersetzt sie durch eine dünne Milchglasscheibe, auf welcher mittels Schmelzfarbe eine Reihe concentrischer Kreise eingebrannt ist (s. Fig. 181) oder man klebt ein transparentes mit Tusche bezeichnetes Papier auf. Wird nun das Licht der Laterne angezündet und die weisse Scheibe dem Apparate zugekehrt, so lassen sich die schwarzen Kreise mit Leichtigkeit scharf einstellen. Will man in ganz dunklen Räumen den Umfang des Bildes auf der matten Scheibe feststellen, so lässt man durch einen Gehilfen die Laterne nach den Seiten und nach oben und unten bewegen und merkt genau den Punkt wo das Licht aus dem Gesichtsfeld verschwindet. — Um aber auch das Gesammtbild in seiner Wirkung zu beurtheilen, so lässt man auf kurze Zeit eine Magnesiumfackel entzünden, wie solche von Schering in Berlin in den Handel gebracht werden.

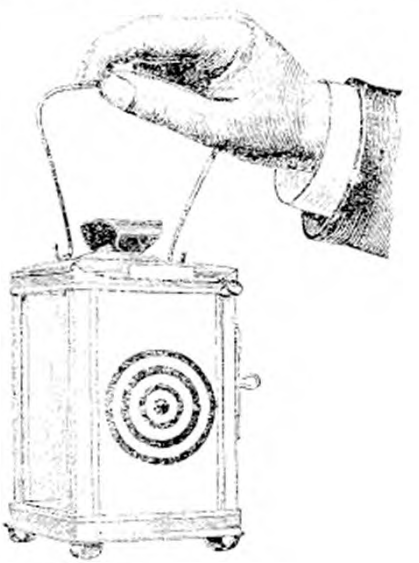


Fig. 181.

Tafel V zeigt die Reproduction einer sehr gelungenen Aufnahme von Prof. Müller im Inneren einer grossen Tropfsteinhöhle, welche nach dem auf Seite 515 beschriebenen Vorgange photographirt wurde.

4. Anwendung des Magnesium-Blitzlichtes zu verschiedenen wissenschaftlichen Zwecken.

Das Magnesium-Blitzlicht findet häufig Verwendung in der wissenschaftlichen Photographie, z. B. zur Aufnahme von besonderen Cactus-Blüthen (Cereus triangularis) etc., welche sich nur in der Nacht öffnen (Grant), von zarten anatomischen Präparaten (Challon); Dr. Köhler in Wien photographirte hiermit eine bei Nacht geborene Missgeburt, welche nur 10 Minuten lang lebte u. s. w.

Herr Miethe legte im Verein der Freunde der Photographie in Berlin (Photogr. Mittheilungen, Octoberheft 1887, Heft I, S. 178) eine mit Magnesiumblitz aufgenommene lebensgrosse Photographie eines im Dunkeln abgeruhten menschlichen Auges vor. Ganz auffallend auf derselben war die ausserordentliche Erweiterung der Pupille, deren Oeffnung 10 mm betrug.

Am 2. März 1888 legte Prof. Cohn der medicinischen Section in Breslau gelungene Photographien von gesunden und kranken Augen vor (s. Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1889, S. 133).

Prof. Cohn bediente sich des in Fig. 182 abgebildeten Apparates. Das Rohr *r*, durch welches das Magnesium in die Flamme geblasen wird, hat etwa 6 mm Durchmesser und einen mit Klappen verschliessbaren Trichter *t*, in welchen eine grosse Messerspitze Magnesium = 6 bis 7 cg eingeschüttet wird. Dies genügt für 3 bis 4 Aufnahmen. Das Rohr ist am Ende *c* etwas nach oben gebogen und kann durch einen an der Hülse *h* befestigten Träger *f g* mittels einer Schraube *s* in jede beliebige Stellung zur Flamme gebracht werden.

Mit dem Messingrohr steht ein Kautschukschlauch mit Ballon *b* in Verbindung, auf den man im Moment des Photographirens mit der Hand oder mit dem Fusse drückt.

Als Beleg, dass mit dieser Methode völlig ausexponirte scharfe Bilder erhalten werden, stellte Prof. Cohn zahlreiche Photographien des Auges her. Zwei derselben, die Pupille eines jungen Mannes im Finstern und die granulöse Augenentzündung, sind auf der Tafel VI mittels Autotypie abgebildet.

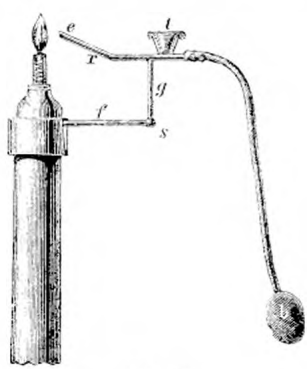


Fig. 182.

E. Cohen und D. Rombout stellten gelungene Photographien schwimmender Fische her (s. Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1890, S. 233), indem durch die gläserne Seitenwand des Bassins, worin sich die Fische befanden, Magnesium-Blitzlicht einfiel. Tafel VI zeigt Proben dieser Aufnahmen.

Das Magnesium-Blitzlicht kann auch mit befriedigendem Erfolge zur Mikrophotographie verwendet werden, obschon der Verfasser hierfür das Drummond'sche Licht (Knallgasgebläse) vorzieht.

5. Verwendung des Magnesiumlichtes zum Copiren.

Obschon die Verwendung des Magnesiumlichtes für die gewöhnlichen Copirprocesse zu kostspielig wäre, sollen dennoch einige Versuche in dieser Richtung erwähnt werden.

250 cm Magnesiumband, in einer Lampe mit Reflector verbrannt, bringen auf einem gesilberten Albuminpapier die Copie eines Negatives bei einer Entfernung von 9 cm hervor. Für die Erlangung einer ausexponirten Copie nach demselben Negativ auf Bromsilbergelatineplatten mit Entwickelung genügt 1 cm Band, verbrannt ohne Reflector, in 36 cm Entfernung (H. W. Vogel). 130 cm Magnesiumdraht gestatten

die genügend lange Exposition von Chromatgummi, um darauf ein Einstaubbild herzustellen.

Croke fand, dass zum Copiren auf Chromatgelatine (für Lichtdruck) bei einer Distanz von 3,6 m 0,15 g Magnesiumband genügen, bei Pigmentpapier aber 2 g erforderlich sind (Phot. Corresp. 1890. S. 529). Schirm copirte mit 100 Blitzen seiner Magnesium-Blitzlampe (Verbrauch 1 g Magnesiumpulver) Albuminbilder aus (Phot. Mitth. 1890 Bd. 27. Seite 196).

Viel geringer ist selbstverständlich der Verbrauch an Magnesium, wenn man das hiermit auf Chlor-, Brom- oder Jodsilberschichten erzeugte photographische Bild hervorruft.

Magnesiumlicht wurde früher auch zum Copiren von Glasdiapositiven auf unempfindliche Collodion-[1]) oder Eiweiss-Trockenplatten benutzt. Carbutt arbeitete z. B. mit letzteren und verbrannte bei einer Distanz von 18 Zoll ungefähr $1^1/_2$ bis 6 Zoll Draht; er entwickelte mit Pyrogallus[2]).

Magnesiumlicht liefert auf Jodbromsilber-Papier mit saurer Gallussäure-Entwickelung in $^1/_2$ Minute eine Vergrösserung von sechsfacher Ausdehnung des Negativs[3]); unter Umständen kann die Dauer der Exposition bis auf zwei Minuten steigen.

Gegenwärtig verwendet man mit bestem Resultate das Magnesiumband zum Copiren von Diapositiven und Papierbildern auf Chlorsilbergelatine mit Hervorrufung (s. III. Band dieses Werkes, 4. Aufl., S. 409), sowie für Chlorbromgelatine, als auch für Vergrösserungen auf Bromsilbergelatinepapier (s. weiter unten).

6. Verwendung von Magnesiumlegirungen, Zink und Zinkäthyl zu künstlichem Lichte.

Nach Leroux' Versuchen (1865) erhält man ein ebenso intensives und viel wohlfeileres Licht, wenn man statt des reinen Magnesiums eine Magnesium-Zink-Legirung verbrennt (Fortschritte der Physik. 1865. Seite 245).

Auch Grant fand, dass gewisse Magnesiumlegirungen ein fast ebenso glänzendes Licht geben, wie das reine Metall und zwar von

---

1) Bell benutzte Gummi-Gallus-Collodionplatten mit Pyrogallus-Entwickelung (Phot. Archiv. 1871. S. 34).

2) Phot. Archiv. 1873. S. 173.

3) Phot. Mitth. Bd. 5, Seite 14. Phot. Archiv. 1869. S. 315. — Ueber Vergrösserungen bei Magnesiumlicht s. Geldmacher (Phot. Archiv. 1865. S. 161; ferner Phot. Archiv. 1869. S. 67).

einer Farbe, welche je nach dem anderen Bestandtheil der Legirung sich verändert. (Die Legirung von 1 Theil Zink und 2 Theilen Magnesium brennt leicht und mit etwas bläulicher Flamme, 1 Theil Zink mit 3 Theilen Magnesium gibt ein grünes Licht [1]).

Zinkbänder, in Sauerstoff verbrennend, geben kein so actinisches Licht, wie Magnesium. — Magnesium gibt ein 6mal stärkeres Licht, als der aus ungefähr 100 g erhitztem Zink verbrennende Zinkdampf [2]).

Zinkäthyl ist eine Flüssigkeit, welche sich von selbst an der Luft entzündet und dabei ein glänzendes Licht liefert. Taylor schlug vor, das Zinkäthyl in ein Rohr zu bringen, das an einem Ende einen Brenner hat, und mit dem anderen mit einem Wasserstoff-Apparat in Verbindung steht. Lässt man den Gasstrom über die Flüssigkeit streichen, so nimmt dieser Zinkäthyl auf und verbrennt mit lebhafter Flamme [3]). Dieses Licht soll aber weniger wirksam als Magnesium sein [4]).

IV. Bengalisches Weissfeuer und Verwandtes.

Seebeck beobachtete schon 1812, dass indianisches Weissfeuer die heftige Vereinigung von Chlor und Wasserstoff (Chlorknallgas) bewirkt, so dass Verpuffung eintritt (s. Seite 76).

Im Jahre 1852 erwähnte Lucenay und 1854 Gaudin und Delamarre die Möglichkeit, einen Feuerwerkssatz und Harz zu photographischen Zwecken zu benutzen. Moule photographirte 1857 bei bengalischem Lichte; er verkaufte damals die Beleuchtungsmasse, ohne deren Zusammensetzung bekannt zu machen und längere Zeit kam „Moule's Photogenic Composition" in England in den Handel. Durch Schnauss [5]), Wulff [6]), Gulliver [7]), Harman [8]), Boll [9]), Junghans [10]) wurden dann die Mischungsverhältnisse zu solchen Zündsätzen veröffentlicht. In Folgendem sind sie tabellarisch zusammengestellt:

1) Polytechn. Centralbl. 1865. S. 482.

2) Bull. Soc. franç. 1869. S. 306.

3) Phot. Archiv. 1869. S. 120.

4) Brit. Journ. 1871. S. 532.

5) Phot. Archiv. 1860. S. 110.

6) Bulletin Soc. franç. Phot. 1860. S. 190. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. Bd. 2, Seite 229.

7) Bulletin Soc. franç. Phot. 1872. S. 166.

8) Phot. News. 1879. S. 138. Bulletin Soc. franç. Phot. 1879. S. 87.

9) Phot. Mitth. Bd. 17, S. 189.

10) Ebendaselbst.

	Seebeck Theile	Schnauss Theile	Wulff Theile	Gulliver Theile	Harman Theile	Boll Theile	Junghans Theile
Salpeter	24	112	300	6	864	2	4
Schwefelblumen .	7	42	100	2	288	2	2
Schwarzes Schwefelantimon . .	—	12	20	1	48	1	1
Realgar	2	—	40	—	—	—	—
Kohle	—	—	—	—	24	—	—

Jeder der Bestandtheile wird für sich getrocknet, fein gepulvert und dann erst gemischt. Die Mischung hält sich bei Ausschluss von Feuchtigkeit lange Zeit unverändert. Die Sätze mit Realgar (Schwefelarsen) sind mit Vorsicht zu verwenden, weil die bei der Verbrennung sich entwickelnden Dämpfe giftig (arsenhaltig) sind, was bei den andern Mischungen nicht der Fall ist. In allen Fällen muss für eine gute Ableitung der erstickenden Verbrennungsgase (schweflige Säure etc.) gesorgt werden, damit weder die zu photographirende Person, noch die Nachbarschaft belästigt wird. (Am besten: Ableiten in einen hohen Schornstein.)

Das bengalische Weissfeuer wird in cylinderförmige Päckchen von Papier abgetheilt, welche so viel Zündsatz enthalten, dass man bei einer Aufnahme reichlich ausreicht. Man erzeugt sie leicht, indem man Papier über eine runde Holzstange (circa 5 cm dick) aufrollt, den Rand festklebt und mit der Mischung füllt.

Die Feuerwerkssätze mit Salpeter sind billig und wenig gefährlich.

Auch Gemische mit chlorsaurem Kali geben ein sehr intensives Licht. So das von Schnauss[1]) angegebene Gemisch von 4 Theilen chlorsaurem Kali, 2 Theilen Schwefel und 1 Theil Zucker, oder Gaudin's Gemisch von 6 Theilen chlorsaurem Kali, $1^1/_2$ Theilen Schwefel und $^1/_2$ Theil Zucker[2]). Diese Gemische explodiren aber leicht durch Schlag und sind gefährlich und überdies kostspieliger; ähnliches gilt von dem von Edelmann[3]) vorgeschlagenen Gemisch von Schwefelantimon und pikrinsaurem Ammoniak.

Borlinetto hatte bereits im Jahre 1867 darauf aufmerksam gemacht, dass Gemische von gleichen Theilen Pikrinsäure und Kaliumchlorat sehr rasch mit bläulichweissem Lichte verbrennen. Im Jahre 1887 griff er die Versuche (angeregt durch Gaedicke-Miethe's Blitzlicht) wieder auf und fand, dass man mit 6 g des Gemisches eine Porträtaufnahme herstellen kann (Phot. Corresp. 1887. S. 458; aus Moniteur de la Phot. 1887. S. 133).

1) Schnauss, Phot. Lexicon. 1864. S. 211.
2) Phot. News. 1879. S. 106.
3) Brit. Journ. of Phot. 1873. S. 444.

Frewing empfahl ein Weissfeuer aus 34 Theilen Salpeter, 12 Theilen Schwefel und 5 Theilen Auripigment zu Aufnahmen von Linienzeichnungen auf nassen Platten, wozu 130 bis 170 g des Feuerwerkssatzes nothwendig sind (Phot. News. 1884. S. 284. Phot. Wochenbl. 1884. S. 284).

Da diese bengalischen Weissfeuer nicht nur weitaus lichtschwächer sind als Magnesiumlicht und überdies noch erstickende Dämpfe geben, welche bei der Anwendung von Auripigment sogar die heftig giftige, arsenige Säure entwickeln, so sind sie mit Recht ausser Gebrauch gesetzt worden.

Das Licht von bengalischem Weissfeuer ist sehr kräftig und die breite Flamme desselben macht es geeignet zur Porträt-Photographie, ist jedoch bei weitem nicht so wirksam und bequem als Magnesiumlicht.

Die Idee, einen Zündsatz als Lichtquelle bei photographischen Aufnahmen zu verwenden, findet sich schon 1852 in einem englischen Patente Lucenay's vor.

Gaudin und Delamarre liessen sich 1854 ein Patent geben, welches darin bestand, Porträte (ausser bei elektrischem Lichte, s. o. S. 468) beim bengalischen Feuer eines Gemenges von chlorsaurem Kali, Schwefel, Zucker und Harz 2 bis 3 Secunden zu erhalten. Die Flamme wurde in den Brennpunkt eines elliptischen Spiegels aus verzinntem Kupferblech gebracht[1]).

Moule nahm 1857 (18. Februar) ein specielles Patent auf die Verwendung von Zündsätzen zur Beleuchtung, wobei er auch der etwa hierbei mit Vortheil zur Dämpfung des Lichtes verwendbaren Reflectoren oder farbigen Gläser gedenkt[2]). Sein Patent lautete auf sein künstliches Licht und die dazu gehörige Laterne; er ignorirte die Publicationen und Patente seiner Vorgänger.

Die mit Glas ganz geschlossene Laterne (Fig. 183) war aus galvanisirtem Eisen (d. i. verzinktem) gemacht und hatte am Obertheile ein weites Rohr, welches die beim Verbrennen der Masse sich entwickelnden erstickenden Dämpfe ab- und in das Freie leitete. An der Rückseite der Laterne ist auf der Figur der Spiegel ersichtlich; an der der Person zugewendeten Seite wurde eine hellblaue Tafel eingeschoben. Zum Gebrauch wurde die Laterne auf ein Gestell, das gehoben und gesenkt werden konnte, gesetzt, und in die darin befindliche eiserne, am Boden mit Sand bedeckte Schale eine hinreichende Menge von Feuerwerkssatz gegeben. Die aufzunehmende Person wurde 2 bis 4 Fuss vom Apparate entfernt postirt, und die Schale beiläufig in die gleiche Höhe mit dem Kopf gebracht. Das Bild wurde bei Lampen- oder Kerzenlicht eingestellt, die sensibilisirte Platte in die Camera gebracht, der Schieber der Cassette aufgezogen, die Masse in der Schale angezündet und die Thüre der Laterne schnell verschlossen. Die Exposition mit nassen Collodionplatten dauerte 15 bis 20 Secunden.

Der alte Moule'sche Apparat wurde 1878 wieder hervorgesucht und von den Engländern Alder und Clarke mit einigen Modificationen 1878 patentirt und neu in die Praxis als „Luxograph" eingeführt[3]).

---

1) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 110, aus La Lumière. S. 109.

2) Abridgements of the Specifications relating to Photogr. 1861. S. 82. Kreutzer, Jahrber. f. Phot. 1857. S. 528. Journ. of Phot. soc. London. Bd. 4, S. 99.

3) Phot. News. 1878. S. 548; 1879. S. 90 und 105.

Das Wesen ihrer Neuerung bestand darin, dass die Laterne, worin der Feuerwerkssatz abgebrannt wurde[1]), mit matten Scheiben und einem grossen Reflector versehen wurde, wodurch das Licht zerstreut und gedämpft wurde und die damit beleuchteten Porträts in mildem Lichte erschienen. Durch ein Abzugsrohr wurden die gebildeten übelriechenden Verbrennungsgase ins Freie geleitet.

Es geschah eigentlich nichts anderes, als dass jene Vorrichtung, welche Van der Weyde zur Milderung des elektrischen Lichtes anwendete, nunmehr auch beim Abbrennen des Feuerwerkssatzes angebracht wurde, — nämlich mattes Glas oder Mineralpapier, zwischen der Lampe und der zu porträtirenden Person und ein hohler Reflector aus weissem Papier von 1,2 bis 1,5 m Durchmesser hinter der Lampe.

Der Hohlspiegel wurde auch zur Vermehrung der Helligkeit aus lauter kleinen ebenen Spiegelstückchen mosaikartig zusammengesetzt. Das von demselben reflectirte Licht würde aber immer noch zu grell wirken, deshalb ist die Oeffnung des Spiegels mit feinem Seidenpapier überspannt. Das Einstellen wird mit Hilfe von kleinen Gasflammen besorgt. Die Exposition dauert auf Bromsilbergelatineplatten 5 Secunden (und darüber).

Während der Deckel des Objectives geöffnet wird, entzündet man mittels eines glimmenden Feuerschwammes oder glühenden Eisendrahtes ungefähr 30 g des Zündsatzes, welches Quantum ungefähr 10 Secunden lang brennt. Den Zündsatz gibt man entweder lose aufgehäuft in ein Schälchen oder füllt ihn in Papierpatronen von entsprechendem Fassungsraume (s. S. 527).

Alden in England transportirte im Jahre 1881 den Apparat zu wiederholten Malen nach Localitäten, wo grosse Maskenbälle stattfanden. Dort postirte er sich in einem kleinen Zimmer neben dem Ballsaal und fertigte die ganze Nacht Costumebilder[2]).

Harrison[3]) benutzte zur Zerstreuung des Lichtes an Stelle der halbtransparenten weissen Schirme solche von violetter oder blauer Farbe, welche dem Auge angenehmer ist.

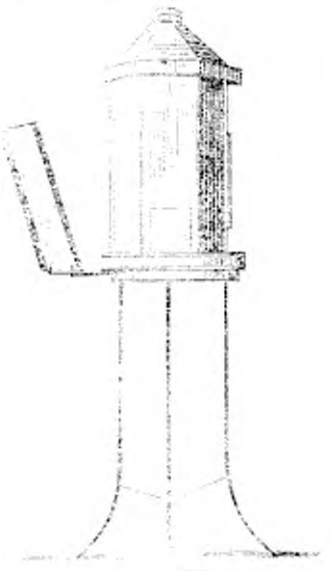


Fig. 188. Moule's Lampe.

Das Atelier ist mit Gas etc. beleuchtet. Auch das Einstellen auf der Visirscheibe geschieht mittels Gaslicht. Natürlich muss Sorge getragen werden, dass nicht directes Gaslicht in den photographischen Apparat fällt.

Weil der Hintergrund verhältnissmässig weit von der Lichtquelle entfernt ist und die Beleuchtung mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, so erscheint der Hintergrund im Bilde unerwünscht dunkel. Deshalb muss man denselben entweder dem Modell nähern, oder heilere Hintergründe, als gewöhnlich, anwenden[4]).

---

1) Oder auch Magnesium etc., jedoch wurde das bengalische Weissfeuer der grösseren Billigkeit halber vorgezogen. — Salomon hatte schon lange vor Alder und Clarke Magnesiumlampen mit mattem Glase benutzt (Bulletin soc. franç. 1879. Seite 17).

2) Phot. Mitth. 1881. Bd. 17, S. 164.

3) Bulletin soc. franç. 1879. S. 17.

4) Wurde von Carey Lea für Magnesiumlicht ausgesprochen, gilt aber auch hier (Bulletin soc. franç. 1866. S. 251).

V. Verbrennender Phosphor und Schwefel.

Phosphor, an der Luft verbrennend, ferner Schwefel, im Sauerstoff verbrennend, gibt nach Böttger rasch photographische Bilder.

Durch dreimal wiederholtes Abbrennen von Phosphor in Sauerstoffgas gelang es Böttger 1855 ein Porträt (Gemälde) auf einer Jodbrom-Daguerreotypplatte zu copiren. Desgleichen gelang es, auf einer präparirten Collodionplatte bei dem mattbläulichen Schimmer von im Sauerstoff brennenden Schwefel augenblicklich, d. h. in einer fast unmessbaren Zeit, ein in allen Theilen wohlgelungenes Bild hervorzurufen [1]).

Das Licht des im Sauerstoff verbrennenden Phosphors ist, wie schon Brande vor einem halben Jahrhundert fand, chemisch weniger wirksam, als das elektrische Licht; es gelang ihm nicht durch ersteres, wohl aber durch letzteres Chlorknallgas zur Verpuffung zu bringen, was Seebeck auch durch das indianische Weissfeuer erreichte.

Babo fand das Licht des in Sauerstoff verbrennenden Phosphors so wirksam, wie Stickoxyd-Schwefelkohlenstoff-Licht und auch Mc. Lellan erkannte die bedeutende chemische Wirkung desselben, welche die Wirkung des im Sauerstoff verbrennenden Schwefels, sowie die Wirkung des an der Luft verbrennenden Magnesiums um Namhaftes übertrifft (s. o. S. 460).

Legt man ein Stück Phosphor auf gepulverten Salpeter und zündet ersteren an, so entwickelt sich ein sehr blendendes Licht; die Dämpfe müssen durch ein Rohr abgeleitet werden [Markham [2]), Schnauss [3])]. Rottmayer in Laibach photographirte mit diesem Lichte vor mehreren Jahren das Innere der Adelsbergergrotte auf Bromsilbergelatineplatten.

Bringt man nach Böttger [4]) in einem kleinen dünnwandigen Glaskolben etwa 20 g chlorsaures Kali zum Schmelzen und wirft dann drei bis vier erbsengrosse Stückchen Stangenschwefel in das geschmolzene Salz, so entsteht ein so intensives, eine Menge stark brechbarer Strahlen enthaltendes weisses Licht, das schon innerhalb 2 bis 5 Secunden von einer damit beleuchteten Gypsstatuette auf einer nassen Collodionplatte ein sehr scharf ausgeprägtes Bild gibt.

Schwefel auf geschmolzenen Salpeter geworfen verbrennt mit sehr actinischem Lichte.

---

1) Jahresbericht des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. für 1854—1855. Dingler's Polytechn. Journ. 1856. S. 140, 315. Polytechn. Notizblatt. 1856. S. 155.

2) Phot. Archiv. 1869. S. 88.

3) Phot. Corresp. 1876. Bd. 13, S. 243.

4) Polytechn. Notizblatt. 1860. S. 229. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Seite 228.

Diese Art von Licht ist nach Spiller schon seit 1847 bekannt. Spiller wendete dasselbe 1875 in der Photographie an [1]).

Man schmilzt etwa 30 g Salpeter in einem Tiegel oder besser in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glas-Verbrennungsröhre, welche das Licht nach keiner Seite hin abhält. Dann trägt man allmählich kleine Stückchen Schwefel ein, wodurch ein höchst intensives weisses Licht entsteht, das so lange anhält, als noch etwas geschmolzener Schwefel in dem Salze schwimmt. $^1/_2$ g Schwefel allmählich in obige Quantität Salpeter eingetragen, gibt ein regelmässiges Licht für 10 Minuten.

Es genügen 3 bis 5 Secunden Exposition, um ein Transparentpositiv auf nassem Collodion in der Distanz von 1 Fuss zu liefern.

Aus den Versuchen von Riche und Bardy (S. 459) geht hervor, dass man mit Vortheil ein sehr actinisches Licht dadurch erhalten kann, wenn man Schwefel in kleinen Thon- oder Porzellantiegeln schmilzt und mittels eines Rohres aus einem Gasometer einen senkrechten Sauerstoffstrom aufbläst. Das so erhaltene blaue Licht ist actinischer als das weisse, welches durch Werfen von Schwefel auf geschmolzenen Salpeter erhalten wird.

VI. Schwefelkohlenstoff-Stickoxyd-Licht und Verwandtes.

A) Schwefelkohlenstoff-Licht.

Das Licht des verbrennenden Schwefelkohlenstoffs besitzt im violetten Ende eine ungewöhnliche Intensität und ist sehr reich an chemisch wirksamen Strahlen (Babo und Müller 1856 [2]).

Im Jahre 1866 wies Windstanley auf die Möglichkeit hin, die Flamme des im Sauerstoff verbrennenden Schwefelkohlenstoffs zu photographischen Zwecken zu benutzen; 1869 zeigte er bereits einen zu diesem Ende bestimmten Apparat vor [3]).

Bei Versuchen von Lossen [4]) mit abgeblendeten, gleich grossen Theilen von Sauerstoff-Schwefelkohlenstoff-Licht und Magnesiumlicht wurde gefunden, dass das Magnesiumlicht stets das erstere an Wirksamkeit übertraf. Wurden die Versuche mit den freien (nicht abgeblendeten, also ungleich grossen) Lichtquellen fortgesetzt, so war das Resultat ein umgekehrtes, entsprechend den Beobachtungen Anderer (s. oben S. 459). Lossen benutzte zu seinen Vergleichen Bromsilberplatten bei $^1/_3$ Secunde Exposition.

1) Phot. News. 1875. S. 40. Phot. Mitth. Bd. 11, S. 278.
2) Fortschritte der Physik. 1856.
3) Brit. Journ. of Phot. 1875. S. 64.
4) Phot. Archiv. 1878. S. 70.

Mit dem Verbrennen von Stickoxyd, welches mit Schwefelkohlenstoffdampf gesättigt ist, experimentirte schon Babo in den fünfziger Jahren [1]). Als er 2 Liter dieses Gasgemenges verbrannte, konnte er bei diesem Lichte Gegenstände in der Camera auf nassem Jodcollodion in 1 Secunde photographiren. Um eine continuirliche Flamme zu erhalten, entwickelte er Stickoxyd in einer Art Döbereiner'schen Zündmaschine aus Kupfer und verdünnter Salpetersäure (1 : 1), leitete das Gas durch zerfallenen Kalk, um es von Säure zu befreien und liess es durch eine kleine Wulff'sche Flasche streichen, welche Baumwolle mit Schwefelkohlenstoff getränkt enthielt. Das ausströmende Gas wurde, nachdem alle Luft verdrängt war, entzündet, was in der Regel ohne Explosion vor sich ging; etwaige Explosionen waren, zufolge der Kleinheit des Apparates, gefahrlos.

Babo sprach damals aus: „Die Menge der chemisch wirksamen Strahlen übertrifft die aller anderen (damals) untersuchten Flammen sehr bedeutend".

Fast 30 Jahre später kam Sell nochmals auf das Stickoxyd-Schwefelkohlenstoff-Licht zurück und suchte es in die photographische Praxis einzuführen, indem er es genauer beschrieb und eine eigene Lampe hierzu construirte.

Sell liess seine Lampe 1873 patentiren und erhielt am 10. October 1873 ein Patent in England [2]).

Sie besteht aus einem kugelförmigen Glasgefässe für den Schwefelkohlenstoff, der durch einen Docht zum Brenner in die Höhe gesaugt wird. Um diese kleine Kugel ist eine grössere geblasen. Der Zwischenraum zwischen beiden wird mit kaltem Wasser gefüllt, das die Abkühlung des Schwefelkohlenstoffes bezweckt. Durch die Mitte des Brenners geht ein rechtwinkelig gebogenes mit Hahn versehenes Rohr, das das Stickoxyd aus einem Gasometer zuführt. Das Stickoxyd stellte Sell aus Eisenchlorür, Kaliumnitrat und Chlorwasserstoffsäure in bekannter Weise dar [3]).

Delachanal und Mermet construirten kurz nach Sell ebenfalls eine Lampe für Schwefelkohlenstoff-Stickoxyd-Licht, was sie im November 1874 publicirten. Ein mit zwei Tubulaturen versehener Ballon mit 500 ccm Inhalt wird mit Schwammstücken, Coaks oder Bimsstein gefüllt und letztere mit Schwefelkohlenstoff imprägnirt. Die eine Tubulatur dient zur Zuleitung des Stickoxydes, die andere ist mit einem durch-

1) Horn's Phot. Journ. 1855. S. 9.

2) Abridgements of Specifications relating to Photography. III. 1878. S. 79. Andere Quellen s. am Eingang.

3) Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft. Bd. 7, S. 1522.

bohrten Korke verschlossen, welcher eine zweite, 20 cm lange Glasröhre trägt. Diese wird mit dicht zusammengewickeltem Eisendrahte vollgestopft und dient als Sicherheitsrohr zur Verhinderung einer Explosion innerhalb des Ballons.

Man leitet das ausströmende Gasgemenge in eine Art Bunsen'schen Brenner, der aber keine Luft-Zuströmungsöffnungen hat und füllt das Rohr desselben ebenfalls mit zusammengewickeltem Eisendraht. Die Flamme, die man mit diesem Apparate erhält, ist äusserst hell und kann eine Höhe von 25 cm erreichen. Die bei der Verbrennung sich entwickelnden Gase werden durch einen Schornstein abgeleitet. Die spectroscopische Untersuchung der Flamme ergab das Vorhandensein zahlreicher glänzender Linien, ähnlich dem Spectrum des Schwefels (Chem. Centralbl. 1874. S. 769: aus Compt. rend.).

H. W. Vogel fand die Wirksamkeit der Sell'schen Lampe 4mal geringer als das Licht eines heiteren Wintertages. Eine Person, 10 Fuss vom Lichte entfernt, gab in 15 Secunden ein Porträt auf nassen Collodionplatten [1]).

Das Licht des mit Schwefelkohlenstoff geschwängerten Stickoxydgases ist ungefähr gleich photographisch auf Bromsilber wirksam, als das Licht von an der Luft brennendem Schwefelkohlenstoff, in dessen Flamme Sauerstoff geleitet wird (s. S. 531); ersteres ist heller als Magnesiumlicht unter gewöhnlichen Umständen, aber weniger hell als in Sauerstoff verbrennender Schwefel (s. S. 531).

Es lässt sich nicht leugnen, dass das Schwefelkohlenstoff-Licht ein sehr wirksames ist; aber da es gefährlich zu handhaben ist, weil die Gefahr einer Explosion bei einiger Unvorsichtigkeit nicht ausgeschlossen ist und sich lästige Dämpfe entwickeln, so kam es nicht in ausgedehntere praktische Verwendung. Es wurde durch das billigere Magnesiumlicht, bengalische Weissfeuer etc. verdrängt.

B) Chromchlorid-Licht.

Lässt man Wasserstoffgas über flüssige (am besten etwas erwärmte) Chlorchromsäure oder Chlortitan streichen, entzündet es und leitet in die Flamme einen Strom von Sauerstoffgas, so erhält man ein sehr actinisches Licht, welches auf Silbersalze ungefähr ebenso energisch als Magnesiumlicht wirkt. Leider entwickeln sich dabei viel Salzsäuredämpfe (Monckhoven).

Nach anderen Angaben [2]) ist das Licht, welches entsteht, wenn Wasserstoff über ein mit Chlorchromsäure gefülltes Kugelrohr streicht

1) Phot. Mitth. Bd. 11, S. 232. Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch. 1875. S. 96.
2) Phot. Corresp. 1869. S. 215; 1870. S. 208.

und durch den entzündeten Wasserstoff ein Strom von Sauerstoff geleitet wird, nicht sehr hell; sobald das Kugelrohr mit der Chlorchromsäure erwärmt wird, nimmt die Intensität bedeutend zu. An Wirksamkeit kommt es dem Magnesiumlicht gleich [1]).

C) Aluminiumlicht.

Aluminium, zu Blättchen nach Art des Blattgoldes geschlagen, gibt, in Sauerstoff verbrannt, vielleicht das intensivste photographische Licht. Die dafür nöthige Menge Metall ist völlig unwesentlich und der entstehende Qualm durchaus verschwindend (Phot. News. 1889. S. 344; durch Phot. Wochenblatt. 1889. S. 213).

VII. Oxy-Hydrogen-Kalklicht und Verwandtes.

Im Jahre 1826 fand Drummond [2]), dass der zur heftigsten Weissgluth erhitzte Kalk [3]) ein sehr intensives Licht gebe (Drummondsches Kalklicht), welches man, wenn hinter ihm ein Brennspiegel angebracht ist, 68 englische Meilen weit sieht. Er fand auch, dass dieses Licht nicht nur auf Chlorknallgas, sondern auch auf Chlorsilber einen merklichen Einfluss ausübt.

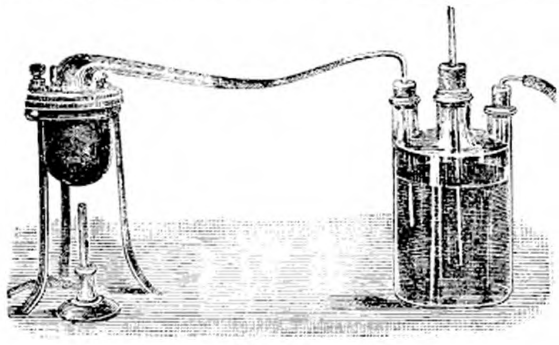


Fig. 184.

Später fand man, dass nicht nur Kalk, sondern auch Zirkonerde, Magnesia, Thon in der Weissgluth hell leuchten und dass zur Hervorbringung der erforderlichen Temperatur Sauerstoff-Wasserstoff, Sauerstoff-Leuchtgas, Sauerstoff-Weingeist etc. benutzt werden kann.

Am meisten findet jedoch das mittels des Sauerstoff-Wasserstoff- (Oxy-Hydrogen-) Gebläses oder mit Sauerstoff-Leuchtgas-Gebläse erzeugte Kalklicht oder Magnesialicht Verwendung und zwar insbesondere zur Herstellung von Vergrösserungen, wozu es sich ohne Zweifel vortrefflich eignet.

Den zum Drummond'schen Lichte nothwendigen Sauerstoff kann man (ebenso wie Wasserstoff) in comprimirtem Zustande in Stahl-

1) Phot. Corresp. 1870. S. 198; nach Brit. Journ. Phot.

2) Edinburgh Journ. of Science. 1826. S. 319.

3) Ursprünglich erzeugte Drummond sein Licht dadurch, dass er gegen eine Kugel aus Kreide aus mehreren Röhren Weingeist spritzte und aus anderen Sauerstoff darauf blies. Der im Sauerstoff verbrennende Weingeist erhitzte die Kreide zum stärksten Glühen.

cylindern kaufen oder man stellt sich ihn (was weniger kostspielig ist) selbst durch Erhitzen von Kaliumchlorat dar.

Die Herstellung des Sauerstoffes geschieht in kupfernen Retorten, indem man einen Theil gepulverten Braunstein (Mangansuperoxyd) und zwei Theile krystallisirtes (etwas zerdrücktes) Kaliumchlorat mischt und erhitzt. Da infolge der heftigen Gasentwickelung viel Braunsteinpulver mitgerissen wird, so wäscht man das entweichende Gas in einer mit Wasser gefüllten Wulff'schen Flasche; die Anordnung hierfür zeigt Fig. 184.

Fig. 185.

Obschon das stärkste Kalk- oder Zirkon-Licht mittels des Sauerstoff-Wasserstoffgebläses erhalten wird, so zieht man dennoch allgemein das Sauerstoff-Leuchtgasgebläse vor, weil das Leuchtgas bequemer und billiger zu beschaffen ist und weil die Helligkeit des erzielten Lichtes in letzterem Falle nicht wesentlich hinter dem erstgenannten zurückbleibt.

Eine gute Form des Knallgasgebläses zeigt die Fig. 185, welche den Zweck hat, dass Sauerstoff und Wasserstoff (oder Leuchtgas) erst an der Mündung im Momente des Verbrennens sich vermischen, weil sonst eine heftige Explosion entstehen würde. Man leitet in die äussere Röhre *W* das Leuchtgas, in die innere *S* den Sauerstoff. Um den Kalk-Cylinder leicht ins Glühen zu bringen, wird er an einem Metallbehälter befestigt und das Gebläse schräg dagegen gerichtet.

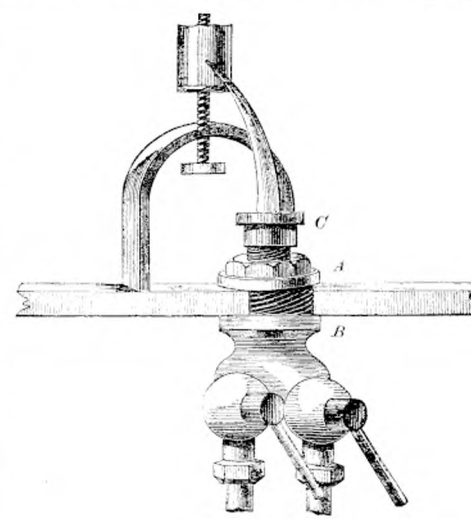


Fig. 186. Drummond'sches Kalklicht.

Eine ältere Einrichtung des Kalklichtes zeigt die Fig. 186. Die in eine Spitze ausgezogene Röhre ist in senkrechter Stellung auf einem Brette befestigt, welches auch den Ständer trägt, auf dem der Kalkcylinder aufruht. Die Röhre ist bei *A* an dem oberen Theile des Brettes und durch *B* an der unteren Seite desselben befestigt. Die Schrauben-

mutter von *A* ist mit fein gesponnenem Metalldrahtgeflecht überzogen. Die spitzige Röhre wird durch eine Kappe *C* luftdicht mit der Schraube *A* verbunden.

Der Ständer für den Kalk- (oder Magnesia-) Cylinder ist von Metall: durch den Obertheil desselben geht eine Schraube mit verändertem Kopf und ein Träger für den Kalkcylinder. Der letztere hat ein Loch in der Mitte, durch welches die Schraube geht: er kann die Grösse eines gewöhnlichen Flaschenstöpsels haben. Die zwei Hähne stehen in Verbindung mit den bezüglichen Gasbehältern.

Eine andere, neuere Form ist in Fig. 187 abgebildet.

Die bisher angewendeten Knallgasgebläse hatten sämmtlich den Nachtheil, dass die Verbrennung der Gase schon innerhalb der Düse

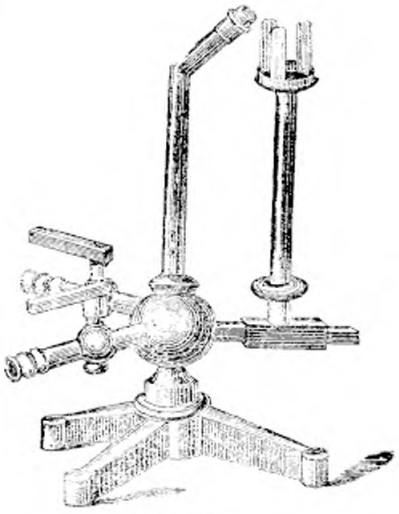


Fig. 187.

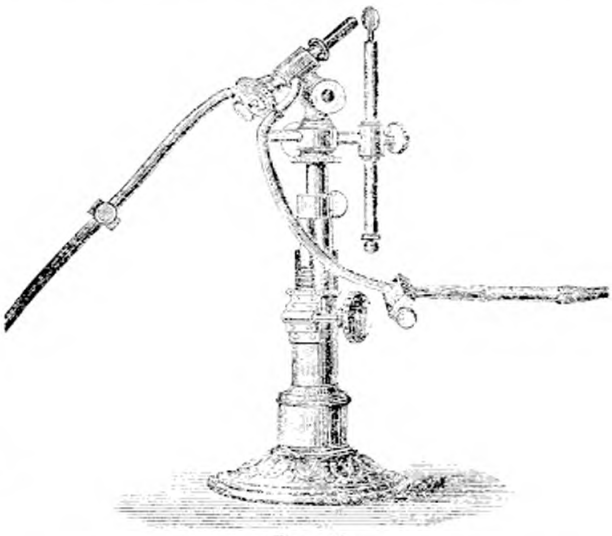


Fig. 188.

stattfindet, wodurch der Nutzeffect der höchsten Temperatur ausserhalb der Brennerdüse sehr beeinflusst wird. Bei Linnemann's Brenner ist die Einrichtung derart getroffen, dass der Sauerstoff mit dem Leuchtgas erst ausserhalb der Düse die vollständige Verbrennung gibt und deshalb kommt der Kalk- oder Zirkoncylinder leichter in starke Glühhitze. Die Hitze ist so gross, dass nach der Angabe des Erfinders in Kalkcylinder schon nach kurzer Zeit erbsengrosse Vertiefungen hineinschmelzen und deshalb die widerstandsfähigeren Zirkonplättchen benutzt werden müssen (s. S. 539).

Fig. 188 zeigt den von Schmidt und Haensch in Berlin in den Handel gebrachten Linnemann-Brenner fertig zusammengestellt[1]). Fig. 189 gibt ein Bild der inneren Einrichtung. Das in *a* einströmende Leuchtgas tritt in den hohlen Raum der Düse, umkreist den Cylinder.

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889. S. 272.

welcher durch c verstellbar ist und den Leuchtgaszutritt regulirt. In b tritt der Sauerstoff unter 10 mal grösserem Druck durch vier Löcher ins Innere der Schraube c ein, um mit Vehemenz aus der Bohrung D dieser Schraube zu entweichen; d dient zur Regulirung des Sauerstoffzutrittes. Die Flamme brennt klein und schwach leuchtend, ist aber enorm heiss.

Für 60 Kerzen Helligkeit braucht man 24 Liter Leuchtgas und 15 Liter Sauerstoff pro Stunde; für 200 Kerzen 48 Liter Leuchtgas und 44 Liter Sauerstoffgas.

Fig. 190 zeigt einen Licht-Condensor für Zwecke der Mikrophotographie und Vergrösserungsphotographie. Das Knallgasgebläse ist in einem Eisenblechkasten C eingeschlossen; das Zirkonplättchen (z) ist im Brennpunkte eines Linsensystemes b, welches das Licht sammelt und in

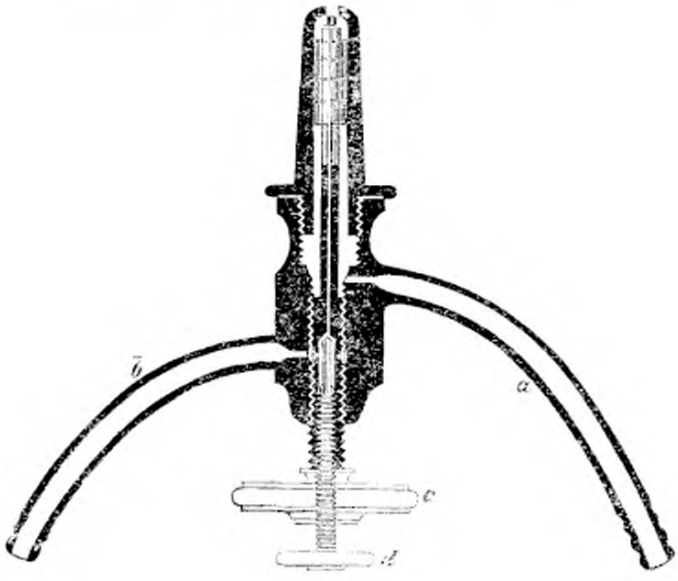


Fig. 189.

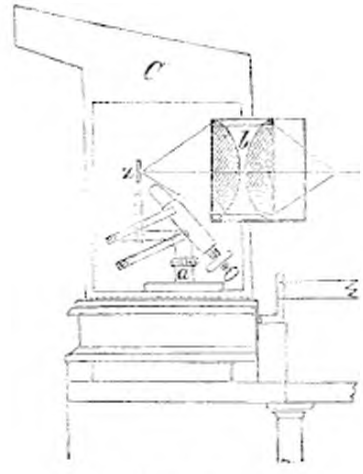


Fig. 190.

den mikroscopischen Apparat wirft. Der Verfasser kann das Linnemann'sche Gebläse (mit Magnesiastift) bestens empfehlen.

Um das Kalklicht zu gebrauchen, lässt man einen Strom von Wasserstoff (oder das Leuchtgas) zuerst einige Minuten durch den Apparat strömen, zündet ihn dann an und leitet dann erst allmählich Sauerstoff zu, dessen Zufluss man so regelt, dass das beste Resultat erhalten wird. Würden beide Gase zugleich auf den Kalk geleitet, ehe er Zeit hat, sich gehörig zu erwärmen, so zerspringt er.

Wird das Gas auf den Kalkcylinder mit grossem Druck geleitet, so ist der Effect viel günstiger. Ist der Druck ein doppelter oder die Oeffnung der Ausströmungsröhre doppelt so gross, so ist das ausgestrahlte Licht nicht zweimal, sondern fast viermal so kräftig (vergl. die Tabelle S. 452).

Auf den Gasbehältern lässt man einen Druck von wenigstens 50 kg lasten. Es muss aber Sorge getragen werden, dass während der Zuleitung der Gase das Gewicht von keinem der Behälter weggenommen wird, da sonst derjenige, welcher den grösseren Druck hat, nach und nach einen Theil seines Inhaltes in den weniger belasteten Be-

hälter zwängen würde; auf diese Art würden sich die Gase vermischen, was aus Sicherheitsrücksichten vermieden werden muss.

Einfach gestaltet sich das Arbeiten mit Kautschuksäcken, wie Fig. 191 zeigt. *A* mit Sauerstoff gefüllter Kautschuksack, zwischen zwei mit Gewicht *c* beschwerten Brettern *a*, so dass das Gas unter Druck nach Oeffnung des Hahnes *d* durch das Kautschukrohr *e* in den Brenner *f* gelangt und aus dessen Spitze ausströmen kann. *g* Rohr zur Zuführung von Leuchtgas in den Brenner. *h* drehbarer Kalkcylinder, mittels Schraube *b* höher und tiefer zu stellen.

Mittels eines Uhrwerkes gibt man zweckmässig dem die Kreide tragenden Stift eine langsame spiralförmige Drehung, weil bei längerer Wirkung der Flamme auf eine Stelle wegen Sinterung der Theilchen die Lichtintensität nachlässt. „Debray's Apparat" gestattet eine auf- und niedergehende Bewegung des Kalkcylinders und eine vor- und rückwärtsgehende des Gasrohres.

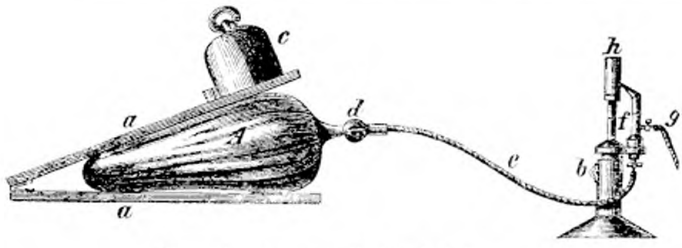


Fig. 191. Drummond'sches Kalklicht.

Durch das Schadhaftwerden der Gassäcke und Ausströmen der Gase können Explosionen entstehen; Gasometer aus Metall, wie sie Fig. 192 zeigt, sind sicherer.

Sie bestehen aus cylindrischen Kupfer- oder Zinkplatten und sind nach Art aller Gasometer mit Wasserdruckvorrichtung versehen. Zwei Cylinder, *A* und *B*, sind in der Weise zusammengefügt, dass der äussere *A* über den inneren, nach oben geschlossenen *B* gleichsam gestülpt ist. Beide Cylinder stehen in einem mit Wasser gefüllten Gefässe *D*. Das Wasser schliesst bei *a* den Cylinder *A* ab, welcher durch die über Rollen aufgehängten Gewichte in Schwebe gehalten wird. Durch das Rohr *b* wird das Sauerstoffgas zugelassen, welches den Cylinder *A* bei der Füllung in die Höhe drückt. Ist der Cylinder gefüllt und soll aus demselben das Gas wieder entweichen, so geschieht dieses bei *c*, indem die Gewichtssteine abgehängt werden, der Cylinder *A* durch seine Eigenschwere sich in das Wasser senkt und dadurch selbst das Gas bei *c* wieder auspresst (Stein).

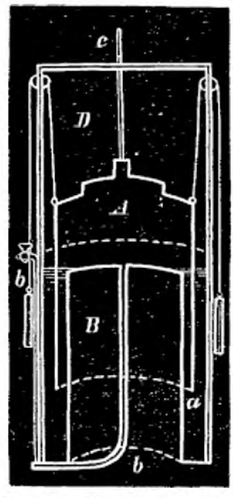


Fig. 192. Metallgasometer.

Die Kalkcylinder haben die Unannehmlichkeit, dass sie an feuchter Luft bald zerfallen, indem der Kalk Wasser und Kohlensäure anzieht.

Versuche, den Kalkcylinder durch andere Materialien zu ersetzen und anstatt des Oxy-Hydrogen-Gebläses andere zu verwenden, machte schon Pfaff (Poggend. Annal. d. Phys. Bd. 40, S. 547). Er fand, dass ein Kalkcylinder, wenn er durch Knallgas erhitzt wurde, die Helligkeit von 153 Kerzen gab, bei Aether und Sauerstoffgas 76, bei Weingeist und Sauerstoff 69, bei Steinkohlengas (Leuchtgas) und Sauerstoffgas 19 Kerzen gab. Ungebrannte Kreide, weisser Thon, Magnesia gaben ein viel weniger helles Licht, als gebrannte Kreide.

Drummond verglich das mittels einer mit Sauerstoff unterhaltenen Alkoholflamme erzeugte Glühlicht von Magnesia etc. mit einer Argand'schen Lampe (mittels des Rumford'schen Photometers). Er fand das Kalklicht 37 mal stärker, Zirkonerde 31, Magnesia 16 mal heller als das einer Argand'schen Lampe.

Caron in Paris fand dagegen (1868), dass Magnesia ein besseres Licht als Kalk gebe. Aber die Magnesia muss rein sein, namentlich frei von Kieselsäure, welche das Licht auf $^1/_3$ und noch weniger abschwächt (Wagner's Jahrber. f. chem. Technolog. 1868. S. 754).

Auch Monckhoven empfahl Magnesiacylinder, jedoch gab die von ihm benutzte Herstellungsmethode (Phot. Corresp. 1869. S. 214) kein genügend feuerbeständiges Material, da es in der Hitze leicht Risse und Höhlungen bekam, weshalb er wieder zum Kalk griff, indem er Marmorstäbchen ins Knallgasgebläse brachte. Auch die von Roux empfohlenen Magnesiakugeln (s. Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889. S. 300) sind nicht genügend feuerbeständig; dagegen kommen sehr gut verwendbare Magnesiastifte in den Handel (s. unten), welche vortrefflich anstatt der Kalkcylinder verwendbar sind und dieselbe Helligkeit wie dieses geben [1]).

Besonders feuerbeständig ist Zirkonerde, welche zuerst von Caron sowie Tessié du Motay empfohlen worden war (Wagner's Jahrber. f. chem. Technologie. 1869. S. 730). Schmidt und Haensch in Berlin stellen sehr brauchbare Zirkonplatten her, welche in Platinblech gefasst sind (s. Seite 536).

Obschon diese Zirkonplättchen sehr feuerbeständig und gut verwendbar sind, so steht ihrer allgemeineren Verwendung der etwas hohe Preis entgegen (5 bis 6 fl. pro Stück), wozu noch der Uebelstand kommt, dass die Zirkonerde nicht selten abbröckelt und dann die Platte verloren geht. Deshalb zieht der Verfasser die billigeren Magnesiastifte vor, welche von der Firma Plössl (Wien IV, Goldeggasse 6) bezogen werden können [2]).

Dieselben haben die Form eines dünnen Bleistiftes und werden derartig vor die Knallgasflamme gebracht, dass eine Stelle des oberen Theiles ins Glühen kommt. Dies erfolgt äusserst rasch und mit einem intensiven Lichte, welches hinter dem Zirkonlichte durchaus nicht zurücksteht. Bei einer Brenndauer von mehreren Stunden wird allerdings in den Stift ein kleines Loch gebrannt, da Magnesiumoxyd nicht so feuerbeständig ist, als Zirkonoxyd. Jedoch schadet dieser Um-

1) Monckhoven versuchte die Helligkeit des Lichtes durch Zusatz von Titanchlorür zur Magnesia zu steigern (Phot. Corresp. 1869. S. 214); Carey Lea tränkte die Kalkcylinder mit Kupfervitriol, um das Licht blauer und wirksamer zu machen (Phot. News. 1879. S. 91), jedoch erweisen sich diese Zusätze als nutzlos.

2) Eder, Phot. Corresp. 1890.

stand wenig, da das Licht trotzdem äusserst intensiv bleibt und man überdies nur den Stift zu drehen oder zu heben oder senken braucht, um eine völlig intacte Stelle desselben in die Flamme zu bringen. Bricht der Stift, welcher ungefähr 6 cm lang ist, entzwei, so kann jedes Stück für sich verwendet werden. Jedoch ist es bequem, sich für diesen Zweck kleine Zwischenstücke aus Messing anfertigen zu lassen, in welche man den Magnesiastift steckt (s. Fig. 193). Da der Preis eines solchen Magnesiastiftes bloss 45—50 kr. beträgt, so ergibt sich, dass das Magnesia-Knallgaslicht sehr wohlfeil ist und deshalb, namentlich für kürzer andauernden Betrieb, bestens empfohlen werden kann.

Die photochemische Wirksamkeit des Zirkon- und Magnesia-Knallgaslichtes wurde von Eder im Quarz-Spectrographen geprüft. Es ergab sich, dass beide Lichtquellen annähernd dieselbe Intensität im Blau, Violett und Ultraviolett hatten; ein kleiner, allerdings unbedeutender

Fig. 193.

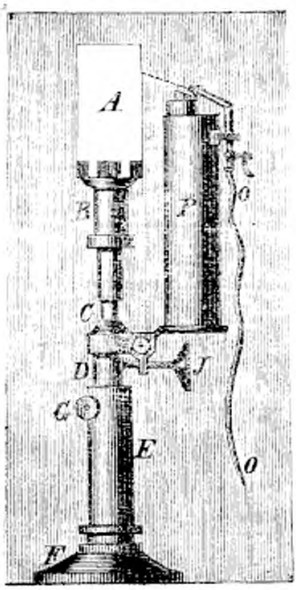


Fig. 194.
Alkohol-Sauerstoff-Lampe.

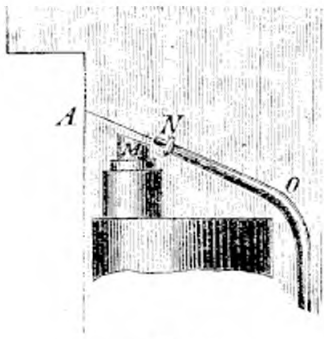


Fig. 195.
Alkohol-Sauerstoff-Lampe.

Unterschied in der Ausdehnung der Spectralwirkung im Ultraviolett machte sich zu Gunsten des Magnesia-Knallgasgebläses geltend.

Das Linnemann'sche Gebläse wurde bei diesen Versuchen mit Sauerstoff-Leuchtgas gespeist.

Zum Erhitzen des Kalkcylinders kann auch eine durch Sauerstoff angefachte Weingeistlampe dienen. Der betreffende Apparat (nach Monckhoven[1]) ist in Fig. 194 und 195 abgebildet.

A ist der Magnesiacylinder, auf einer Unterlage *B* befestigt, welche auf der Achse *C* gedreht, niederer gestellt oder erhöht werden kann. *E F* ist der Ständer oder die Stütze und *G* das Zahnrad, mittels welchem das Licht auf den Mittelpunkt des Apparates gerichtet wird.

Die Lampe *P* wird mit Alkohol gefüllt; der Docht ist rund und wird schief geschnitten, wie in Fig. 195; das äusserste Ende des Brenners *N O* ist hinlänglich

1) Phot. Corresp. 1870. Bd. 7, S. 23.

nahe am Docht angebracht, um ihn leicht zu berühren. Der Docht *M* sollte mit der Säule *A* beinahe in Berührung sein, was durch die Schraube *J* (Fig. 194) bewerkstelligt wird. Mit diesem Apparate ist bloss ein Kautschukschlauch *O O* in Verbindung, der mit dem Sauerstoffsack in Communication steht. Fig. 195 zeigt genau die Lage, welche der Brenner *N O* in Bezug auf den Magnesiacylinder einnehmen sollte.

Es ist natürlich, dass hierbei eine gewisse Praxis in der Manipulation und besonders mit der Spirituslampe nöthig ist; dieser letztere liefert ein Licht, das dem Oxy-Hydrogen nur wenig nachsteht; bei sorgfältiger Behandlung ist der Unterschied kaum bemerkbar.

Das Sauerstoff-Alkohol-Licht wurde mehrfach, z. B. von Haack[1]), empfohlen.

Auch Harnecker hat sich desselben mit einigen Modificationen bedient. Der von ihm benutzte Apparat ist (nach Stein's Angaben[2]) in Fig. 196 abgebildet. *R* ist das Alkohol-Reservoir, aus welchem durch eine Röhre der Alkohol nach dem Dochte bei *D* fliesst; eine zweite Röhre *A B* ist unter der ersten angebracht, aus welcher bei *B* das einem Gasometer entströmende Sauerstoffgas zu Tage kommt und die Flamme auf den bei *S* aufzusteckenden Kalkcylinder *O* leitet.

In dem Doppeldochte brennt Alkohol oder besser ein Gemenge von 7 Theilen absolutem Alkohol, 1 Theil Aether, $^1/_4$ Theil Petroleumäther. Ein Sauerstoffstrom in der Stärke eines kleinen Stecknadelkopfes strömt durch die beiden Dochte auf einen Kalk-Magnesiacylinder, der folgendermassen bereitet wird: 2 Theile Magnesia carbonica. 1 Theil Magnesia usta werden zu einem Teige eingerührt und mit einer wässerigen Lösung von 1 Theil Gummi in 100 Theilen Wasser bis zum Sieden erhitzt und trocknen gelassen. Das daraus gewonnene körnige Gemenge wird feinstens in einem Mörser gestossen und der ausgesiebte Staub mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Kalk angefeuchtet. Nach dem Einteigen wird fein gepulverter Wiener Kalk hinzugethan und nach dem gründlichen Durchmischen der ganzen Masse Cylinder geformt, die bei starker Wärme getrocknet, dann zur Verwendung kommen. Diese Cylinder erhitzen sich mit dem Spiritus-Sauerstoffgebläse alsbald zur Weissgluth und geben ein chemisch sehr kräftig wirkendes Licht[3]). Später mischte Harnecker dem Kalk nebst Magnesia noch gepulverten Olivin zu („Olivin-Licht"), vermöge dessen das Licht weisser und actinischer wird.

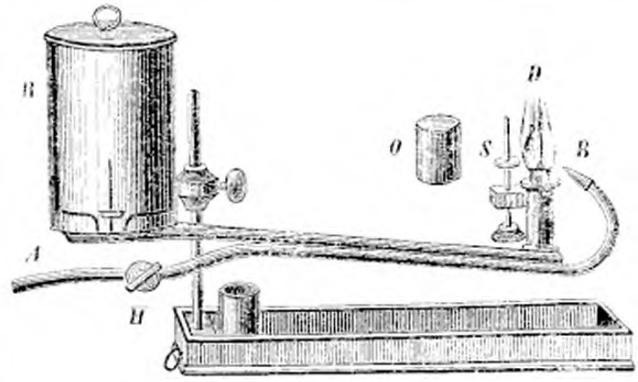


Fig. 196. Harnecker's Olivin-Licht.

Harnecker erzeugte damit Vergrösserungen. Eine dadurch beleuchtete Cabinetphotographie nahm er mit einem Porträt-Objectiv in 50 Secunden auf nassen Platten auf.

Das Kalklicht wird seit 20 Jahren zu Vergrösserungen kleiner Negative (anstatt des directen Sonnenlichtes in der Solarcamera) benutzt. Der hierzu erforderliche Apparat ist (abgesehen von den äusseren

1) Phot. Corresp. 1871. Bd. 8, S. 31.
2) Stein, Das Licht. 1877. S. 81.
3) Phot. Mitth. 1870. Bd. 6, S. 242 und 262.

Kasten etc.) ganz analog dem Seite 482 für die Vergrösserung mit elektrischem Licht beschriebenen.

Das Kalklicht ist nächst dem elektrischen Lichte das geeignetste zu Vergrösserungen, da es sehr ruhig und gleichmässig ist und keine üblen Dämpfe entwickelt. Die nähere Beschreibung der Operationen etc. folgt unten im Capitel über Vergrösserungen.

An Stelle des Knallgasgebläses kann auch das Aether-Sauerstoff-Licht verwendet werden, bei welchem Sauerstoffgas vollständig mit Aetherdampf gesättigt und dann entzündet wird; es wirkt wie das Knallgasgebläse, ist aber gefährlich zu handhaben (Explosionsgefahr!), wenn man nicht besondere Vorsichtsmassregeln beobachtet[1]). Auch kann man den Sauerstoff mit dem Dampf von Petroleumäther sättigen, wobei man eine noch heissere Flamme erhält als mit Sauerstoff-Leuchtgas. Man giesst zu

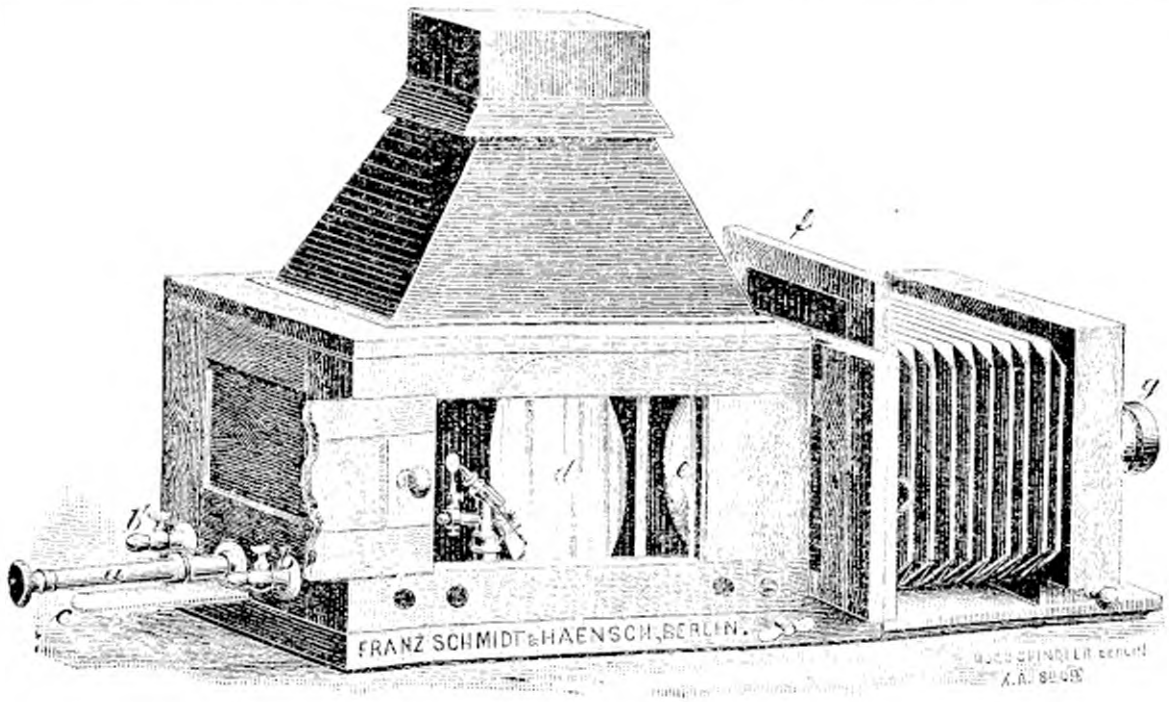


Fig. 197.

diesem Zwecke Petroleumäther oder gewöhnlichen Aether in einen grossen mit Wolle gestopften Metallcylinder, lässt den Ueberschuss ablaufen, erwärmt dann den Cylinder durch eine schwache Flamme auf circa 40 Grad C. und lässt nun einen Strom von Sauerstoff durchstreichen. Ist der Sauerstoff aber mit den Aetherdämpfen nicht gesättigt, so tritt Explosion ein, welche sehr gefährlich werden kann (!) und sich bei diesem Gebläse auch ereignen kann, selbst wenn man Bimsstein-Sicherheitsröhren einschaltet.

Das Drummond'sche Licht war von Hill (1851) zur Aufnahme von Porträten auf Daguerreotypplatten benutzt worden; das grelle Licht wurde durch blauen Musselin gedämpft. Die Exposition dauerte 45 bis 80 Secunden (Daguerreian Journ. 1851. Bd. 1. S. 217). Jedoch bewährte es

1) Siehe T. E. Hardwich. Phot. Wochenbl. 1881. S. 79; 1883. S. 161; 1889. S. 39. Phot. News. 1883. S. 245.

sich bei Porträtaufnahmen nicht, weil das Licht wesentlich schwächer als das Magnesiumlicht oder das elektrische Licht ist.

Gelungenere Versuche zu Porträtaufnahmen bei Kalklicht stellt A. Scott an (Brit. Journ. Phot. 1885. S. 437. Phot. Wochenbl. 1885. S. 241), derselbe brachte 6 Kalkcylinder bei starkem Gasdrucke zum Glühen; durch Aufstellen einer dünnen nassen Leinwand wurde das Licht zerstreut; dadurch ermöglichte er auf Bromsilbergelatine die Aufnahme von Porträt-Brustbildern in 6 Secunden.

Das Kalk-, Zirkon- oder Magnesia-Licht ist mit grossem Vortheil zur Mikrophotographie und zu Vergrösserungen auf Bromsilberpapier zu verwenden und hat der Verfasser mit dem besten Erfolge hiermit gearbeitet. Hierüber liegen genauere Angaben von Eder[1]), Jeserich[2]), Marktanner-Turneretscher[3]) u. A. vor.

Ein Vergrösserungsapparat mittels des Drummond'schen Lichtes ist in Fig. 197 abgebildet (E. Vogel, Phot. Mitth. Bd. 24). Daselbst zeigt *bb'* die Zuströmung für die Brenngase; *d* und *e* sind Condensorlinsen, bei *f* befindet sich das zu vergrössernde Negativ; das Bild wird mittels des Objectives *g* vergrössert und auf das empfindliche Papier oder die Platte projicirt.

VIII. Kerzen-, Lampen- und Gaslicht.

A) Kerzen, Petroleum, Gas etc. an der Luft verbrennend.

Das Licht einer Talg-, Stearin- oder Paraffinkerze hat im Vergleich mit den vorhergehenden Lichtquellen eine sehr geringe chemische Leuchtkraft. Dieselbe ist so gering, dass man durch längere Zeit das Kerzenlicht als nahezu unwirksam erklärte. In neuerer Zeit aber wurde nicht nur der Actinismus dieser Lichtquellen erkannt, sondern der Verfasser beobachtete sogar eine Wirkung der schwach leuchtenden Gasflammen des Bunsen'schen Brenners, sowie der Weingeistflamme auf Bromsilbergelatine, die $^1/_{20}$ bis $^1/_{50}$ einer Kerze betrug[4]).

---

1) Eder's Jahrbuch f. Photographie, 3. Jahrgang für 1889, S. 271. Phot. Correspondenz. 1888. S. 402.

2) Jeserich, Die Mikrophotographie, unter besonderer Berücksichtigung des Kalklichtes. 1888.

3) Marktanner-Turneretscher, Mikrophotographie. 1890.

4) Die nicht leuchtende Gasflamme des Bunsen'schen Brenners galt lange als unwirksam. Eine Weingeistflamme wirkt nach Bunsen und Roscoë nicht actinisch auf Chlorknallgas, selbst dann nicht, wenn Chlorstrontium darin aufgelöst ist. Auf Bromsilbergelatine wirkt jedoch die schwach leuchtende Flamme des Bunsenbrenners sehr merklich ein und Eder photographirte 1890 das ganze Spectrum einer derartigen Flamme (Denkschriften d. Wiener Akad. d. Wissenschaften. 1890).

Um wieviel stärker Magnesiumlicht gegenüber dem Kerzenlicht ist, zeigt die Thatsache, dass ein mit Magnesiumlicht beleuchtetes Kerzenlicht einen Schatten wirft, welcher sogar photographirt werden kann; es ist der nicht leuchtende Theil des letzteren gut zu unterscheiden[1]).

Allerdings wies man schon kurz nach Erfindung der Daguerreotypie das Eintreten einer photographischen Wirkung der Kerzenflamme nach; zu Beginn der fünfziger Jahre wurden sogar Daguerreotypien bei Kerzen-, Oel- oder Solarlampen-Licht in 3 bis 10 Minuten gemacht[2]).

Da das Kerzenlicht schwächer als Gaslicht oder Lampenlicht ist, so muss man bei dem ersteren länger als bei dem letzteren copiren.

Im Allgemeinen sind die nach dem Principe der Argand-Brenner construirten Brenner dem Fledermaus- oder Fischschwanz-Brenner an Lichtkraft weit überlegen, und es gibt bei gleichem Gasverbrauch z. B. ein Fischschwanz-Brenner eine Flamme von $3^3/_4$ Normalkerzen, dagegen der Argand-Brenner von $17^3/_4$ Kerzen[3]).

Das Licht einer Talgkerze bringt auf einer nassen Jodcollodion-Platte mit Eisenvitriol- oder Pyrogallus-Entwickelung eine deutliche Wirkung hervor, wie man schon vor mehr als 20 Jahren wusste. Bei grosser Nähe kann man ein Diapositiv nach einem aufgelegten Negativ erhalten[4]).

Seco copirte Glasdiapositive bei dem Lichte einer Petroleumlampe auf Tanninplatten, angeblich in 30 bis 40 Secunden[5]), was jedoch zu kurz gegriffen sein dürfte; Senteck benöthigte bei ähnlichen Collodion-Trockenplatten 3 bis 4 Minuten[6]).

Namentlich bei der Herstellung von Diapositiven auf Bromsilbergelatine erweist sich das Kerzen-, Lampen- oder Gaslicht als sehr vortheilhaft, weil das Tageslicht auf solche Platten durch ein aufgelegtes Negativ viel zu kräftig wirkt, um controlirt werden zu können. Beim Licht einer Stearinkerze lassen sich Diapositive bei 30 cm Distanz in 10 bis 40 Secunden copiren (Entwickelung mit Eisenoxalat). Bei Gaslicht muss kürzer exponirt werden, z. B. bei 2 m Distanz bei einem

1) Otley, Bulletin Société franç. Phot. 1865. S. 251. Phot. News. Juni 1865.

2) Daguerreian Journ. 1851. Bd. 1, S. 178.

3) Fortschritte d. Physik. 1876. S. 558.

4) Homolatsch (Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 7, S. 7). — Navez (Cosmos; Horn's Phot. Journ. 1856. Bd. 6, S. 15). — Fürstenau (Dingler, Polyt. Journ. Bd. 168, S. 69). — Audra (Bulletin Soc. franç. Phot. 1873. S. 299). Phot. News. 1875. S. 544, aus Moniteur de la Phot. Phot. Mitth. 1870. Bd. 7, S. 24.

5) Horn's Phot. Journ. 1864. Bd. 21, S. 80.

6) Phot. Mitth. 1868. Bd. 5, S. 222.

gewöhnlichen Fischschwanz-Gasbrenner durch 10 bis 20 Secunden. Hat man Diapositive von harten Negativen zu nehmen, so schiebt man transparentes Papier oder mattes Glas vor die Gasflamme; dadurch werden die Copien weicher[1]).

Man kann mit einer guten Petroleum- oder Gas-Lampe sehr gut Mikrophotographien anfertigen.

Auch Negativ-Aufnahmen lassen sich unter günstigen Umständen bei Lampenlicht machen. Grüne erhielt auf nassen Collodionplatten bei Petroleumlicht die Photographie einer Gypsbüste in 10 Minuten[2]).

Brooks in Reigate vertheilte in unterirdischen Kellern Paraffinlampen und exponirte mit einem Dallmeyer'schen Stereoscop-Instrument von $3^1/_2$ Zoll Brennweite durch 65 Minuten; es wurden Bromsilbergelatineplatten benutzt. Auf den Bildern waren sogar die tiefsten Schatten erschienen[3]).

Cox photographirte eine Höhle, die durch 40 Gasflammen erleuchtet war, unter Hinzunahme einiger Petroleumlampen und bei Anwendung von Reflectoren auf Bromsilbergelatineplatten in 10 Minuten mittels eines Porträt-Objectives ohne Blende[4]). Aehnliches kann man auch durch Petroleumlampen allein erreichen; man achte darauf, dass die üblichen Lampenschirme das Licht gelb färben und dessen Wirksamkeit enorm herabmindern[5]).

Porträte bei Gaslicht wurden 1857 zuerst in London gemacht. Die Belichtung soll $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Minuten gedauert haben und die Bilder selbst nicht besonders gelungen sein[6]).

Es ist in der That durch neuere Versuche nachgewiesen, dass bei gewöhnlichem Gaslicht selbst auf Bromsilbergelatineplatten die Photographie von Porträten so gut wie unmöglich ist. Durch die Fortschritte in der Construction von Gasbrennern ist man heute in die Lage gesetzt, in einem Leuchtgasbrenner eine Flamme oder eine Flammencombination von einer Helligkeit zu erzeugen, welche 1000 Kerzen übersteigt.

Nur mit derartigen Gaslampen ist die Herstellung von Porträt-Negativen in einer genügend kurzen Zeit möglich. Das Licht einer Wighamschen oder Sugg'schen Lampe ist genügend hell, um dies zu gestatten.

1) Williams, Photogr. Almanac. 1881. S. 138.
2) Phot. Mitth. 1868. Bd. 5, S. 222.
3) Phot. Mitth. 1878. Bd. 15, S. 184, aus Phot. News.
4) Phot. News. 1881. S. 259. Phot. Wochenbl. 1881. S. 196.
5) Year-Book of Phot. for 1879. S. 42.
6) Journ. d. Buchdrucker-Kunst. 1857. S. 273. Kreutzer, Jahrber. d. Phot. 1857. S. 527.

Solche Lampen lassen sich in allen Ateliers anbringen, welche genügend weite Gasleitungsröhren haben, um genügende Gasmengen zuzuführen. Die Lampen geben grosse Hitze (Gegensatz zum elektrischen Licht) und gestatten bis jetzt keine so grosse Modulation der Beleuchtung, wie das durch mehrfache Reflexion gemilderte elektrische Licht; dagegen sind die Kosten geringer.

Law[1]) in Newcastle nahm 1880 Photographien bei Gaslicht mit Erfolg auf, natürlich mit Hilfe von Gelatineplatten; sein Apparat besteht aus einer intensiven Lampe mit zweckmässigem Reflector. Derselbe ist in Fig. 198 abgebildet. Der Brenner steckt auf einer Eisensäule mit Fuss *A*, $1\frac{1}{2}$ m hoch. Ueber dem Rundbrenner befindet sich ein Schornstein, dessen unteres Ende *B* aus Glimmer besteht, der durch die Hitze nicht leidet. Ein Hahn *C* dient zur Absperrung. Derselbe ist so arrangirt, dass die Flamme nicht völlig gelöscht wird, sondern schwach weiterbrennen kann. Der Brenner ist nach Wigham construirt, er hat 68 Oeffnungen, verbraucht 160 bis 200 Cubikfuss Gas pro Stunde und liefert eine Lichtstärke von 1250 Kerzen.

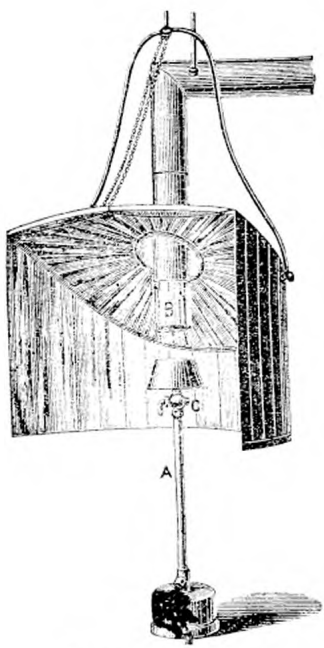


Fig. 198. Law's Gaslampe.

Der Reflector ist von galvanisirtem Eisen und mit Streifen versilberten Glases ausgelegt: der obere Theil liefert Oberlicht, die seitlichen Theile Seitenlicht. Er hängt an einer Eisenstange, um welche er leicht nach allen Richtungen gedreht werden kann: die Breite des Reflectors vorn ist 40 Zoll, die Höhe der Seitenwände ist ebenfalls 40 Zoll. Wenn er gebraucht werden soll, so ist sein Obertheil 6 Fuss über dem Boden. Ein Brenner von dieser Intensität nahe dem Modell ist etwas unangenehm, denn man fühlt das Licht und die Hitze. Um diese zu mildern, stellt Law zwischen Apparat und Person einen Schirm von blauem Glase 40 mal 40 Zoll gross auf. Der Schirm vermindert die Helligkeit nur um $\frac{1}{4}$. Für ein Visitenkartenbild wird 8 Secunden, für ein Cabinetbild 12 bis 15 Secunden exponirt.

1) Phot. Mitth. 1881, Bd. 17, S. 127. Phot. News, 1880, S. 338 und 406.

Diese Lampen, sowie der Siemens'sche Regenerativbrenner geben jedoch viel Hitze und sind an Wirksamkeit keineswegs mit dem Magnesiumlicht oder elektrischem Lichte zu vergleichen. Deshalb blieb die Porträtphotographie bei Gaslicht oder Petroleumlicht stets nur ein Experiment [1]).

Die Bromsilbergelatineplatten, welche durch Zusatz von Farbstoffen (Eosin, Erythrosin, Cyanin u. dgl.) für grüne, gelbe und orangerothe Strahlen empfindlich gemacht sind, sind bei Lampenlicht verhältnissmässig viel empfindlicher als die ungefärbten Platten, weil in diesem Falle die Helligkeit der gelben Strahlen den Ausschlag gibt. Darauf wies zuerst durch photometrische Versuche Eder in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften, Abth. II, April 1885, hin. Schumann und kurz darauf Vogel theilten im November 1885 mit, dass man bei Lampenlicht infolge seiner gelblichen Färbung auf orthochromatischen Platten Gemälde im richtigen Farbenwerthe herstellen könne, ohne eine gelbe Scheibe vor dem Objective anzubringen. Mallmann und Scolik in Wien stellten auf Erythrosinplatten im Februar 1886 gelungene Porträtaufnahmen bei Petroleumlicht her; trotz der verhältnissmässig geringen Helligkeit von ungefähr 100 Kerzen dauerte die Belichtungszeit nur 3 bis 5 Secunden. Als Farbstoff verwenden die Genannten das Erythrosin (aus Jodtetrafluoresceïn), dessen Vorzüge vor dem gewöhnlichen Eosin der Herausgeber zuerst im Jahre 1884 bekannt gemacht hatte.

B) Vergrösserungsapparat mit Petroleum-, Gas- oder Gasglühlicht.

Zu photographischen Vergrösserungen bediente man sich seit langer Zeit des Sciopticons [2]): Petroleum in der Sciopticonlampe verbrannt, gibt ein helleres Licht als Baumöl oder ein Gemisch von 1 Theil Kampher und 10 Theilen Brennöl in der Solarlampe, deren man sich früher bediente.

Die Handhabung des Scipticon ist durchaus gefahrlos, wenn auch Petroleum darin gebrannt wird, denn die Lampe ist in zwei Räume getheilt, von denen einer das Petroleum, der andere die Flamme enthält, so dass ersteres nicht einmal warm wird.

---

1) Vergl. die Versuche Himly's (Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1887, S. 131). Himly versuchte verschiedene Reihen von 18 Argand-Brennern, welche eine gleichmässige Beleuchtung gaben, während ein Regenerativbrenner von 200 Kerzen das *Hauptlicht* lieferte; die Belichtungszeit betrug nur 20 Secunden.

2) Von Brothers (Brit. Journ. Phot. 26. Dec. 1873. Phot. Archiv. 1874, S. 9), Liesegang (Phot. Archiv. 1874, S. 6) und Anderen empfohlen.

Durch die eigenthümliche Combination von zwei breiten gegeneinander geneigten Flammen liefert das Sciopticon ein gut erhelltes Lichtfeld von 10 Fuss oder 3 Meter Durchmesser. Das Instrument besitzt ein achromatisches Doppel-Objectiv, und dies ist ein wenig vom Bildhalter entfernt, wodurch der Operateur hinreichend Licht erhält, um sehen zu können, was er thut. Die Bilder können von oben oder von der Seite eingesetzt werden.

Die Condensirungslinsen haben 4 Zoll im Durchmesser, schneiden daher die Ecken der Glasphotographien nicht ab, wie dieses kleinere Condensatoren thun.

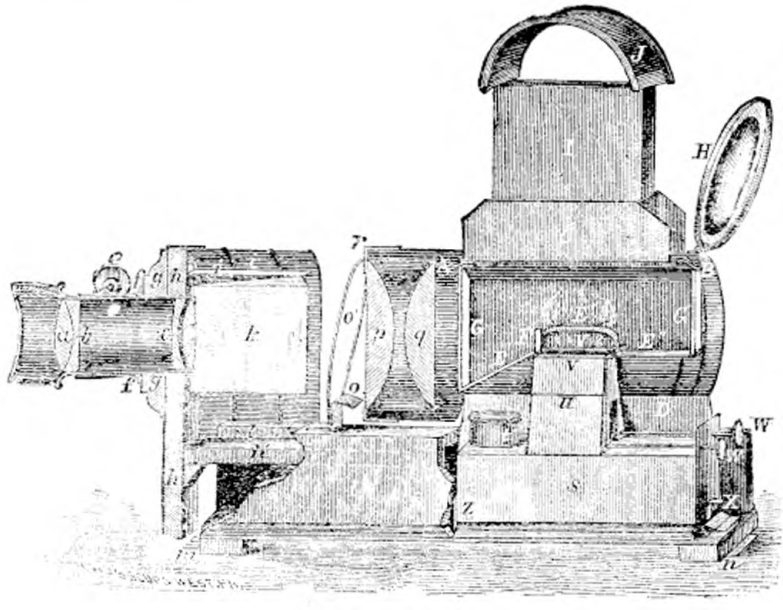


Fig. 199. Sciopticon.

Die Linsen, Fassungen etc. sind in Fig. 199 im Durchschnitt gezeichnet, der hintere Theil mit der Lampe ist perspectivisch dargestellt [1]).

a b c d e f g: Das Doppel-Objectiv. *a b*, die Vorderlinsen sind aufeinander gekittet. *c d*, die Hinterlinsen sind durch einen Ring getrennt. *e*, Schraube zum Scharfstellen des Bildes. *f g*, Anschraubering. *h h*, Holzrahmen; *h'* gleitet in einer Nuthe im Bodenrahmen *l*, und dient zum groben Einstellen des Bildes. *l l*, ein Theil des Bodenrahmens; der Rest ist fortgelassen, um die Lampe und die Führung des Vordertheils zu

1) Nach Liesegang, Phot. Archiv. 1874. S. 6.

zeigen. *m n*. Zungen zum Einschieben in die auf dem Kasten befindlichen Knöpfe. Hierdurch wird das Instrument vorne fixirt, während der Rücktheil sich ein wenig zur Seite schieben lässt. *o o*. Bühne und Feder für die Bilder und den Bildhalter. *p q*, Condensirungslinsen. *r*, Messingring, der die Linsen in der Fassung festhält. *s*. Petroleumbehälter. *t*. Hals zum Eingiessen des Petroleums. *u*. Seite des einen der beiden Tuben. *o o*, die Obertheile der beiden Tuben. Die Dochte sind $1^1/_2$ Zoll breit. *w w*, zwei Knöpfe zum Reguliren der Dochte. *x*, eine Feder zum Festhalten der Lampe. *z*. eine Leiste, welche das zu weite Einschieben der Lampe verhindert. *A B*. die cylindrische Fassung des Apparates (in der Zeichnung ist ein Theil derselben weg-

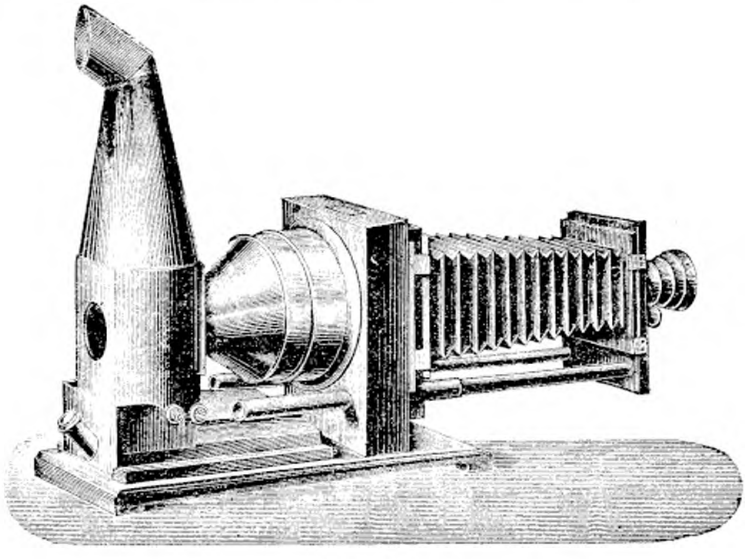


Fig. 200.

gelassen, um die Lampe zu zeigen). *C*. der Ventilationsraum. *D*. die Verbindung des Cylinders mit dem Untergestell des Apparates. *E E' E''*, Boden der Flammenkammer. *F*. ein kleiner Glasstreifen vor der Flamme, welcher die erwärmte Luft nach oben dirigirt. *G G'*. die Gläser der Flammenkammer, die in Nuthen auf den Enden von *E E'* ruhen. Diese Gläser schliessen die Flammenkammer derart, dass die äussere Luft nicht anders als durch *C* zwischen den beiden breiten Flammen eindringen kann und dadurch vollkommene Verbrennung und ein intensives weisses Licht erzeugt. Anstatt der Gläser kann man Glimmertafeln verwenden. *H*, der Reflector, zugleich als Verschluss des Apparates dienend. Das Centrum des Reflectors ist genau in der Höhe von *E'*, welches wiederum dem Centrum des Condensators entspricht. *I*, Abzugsrohr für die heisse Luft. *J*, Deckel des Abzugsrohres zum Ab-

sperren der Lichtstrahlen. Je höher man ihn stellt, um so mehr Zug hat die Flamme.

Die Belichtungszeit ist nach Farbe und Dichtigkeit der Diapositive und nach dem Vergrösserungsgrade sehr variabel und bewegt sich etwa (bei nassen Collodionplatten) zwischen 15 Secunden und ebenso viel Minuten.

Fig. 200 zeigt die Form eines englischen Sciopticons für Vergrösserungen (von Hume in Edinburgh), bei welchem das Einstellen mit einer Art Camera geschieht.

Mit Bromsilbergelatine ist die Exposition natürlich kürzer. Man hat nach Negativen directe Vergrösserungen mittels des Sciopticons auf Bromsilbergelatinepapier erhalten.

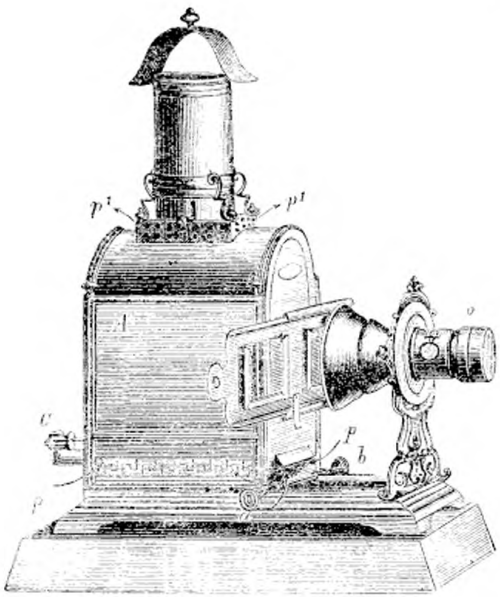


Fig. 201.

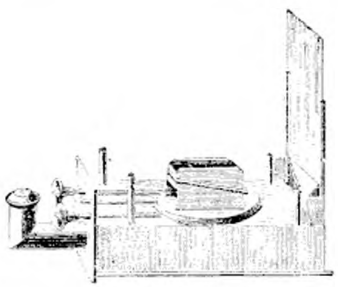


Fig. 202.

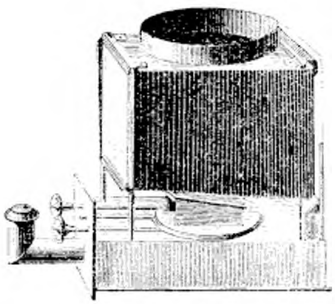


Fig. 203.

Das unter dem Namen „Pinakoscop" von R. Ganz in Zürich erzeugte Sciopticon eignet sich nicht nur zu Projectionszwecken, sondern es ist auch in Verbindung mit dem sehr empfindlichen Bromsilbergelatinepapier ein sehr geeignetes Hilfsmittel zur Herstellung vergrösserter Bilder nach kleinen Negativen.

Das Pinakoscop wird mittels Petroleumlicht beleuchtet. Der Apparat zeichnet sich, wie bereits Herr Dr. Stein[1]) hervorhob, durch seine vortreffliche Luftzugsvorrichtung aus.

1) Dr. S. Th. Stein, die optische Projectionskunst. W. Knapp in Halle a. S. 1887. S. 11. — Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1888. S. 206.

Die Luft tritt in den Apparat (Fig. 201) bei den Pfeilen *p p* ein und bei *p' p'* aus. Durch diese Luftzugsvorrichtung wird ein fortwährendes Kühlen des Lampengehäuses *A* erzielt. Die im Innern enthaltene Lampe ist in Fig. 202 abgebildet. Dieselbe besteht aus einem viereckigen Kasten, in dem das Petroleum durch eine rechtwinklig gebogene Röhre eingegossen wird. Vor der Lampe befindet sich eine Glasscheibe aus Hartglas, welche eine Erwärmung der Condensatorlinsen verhindert. Will man das Bild scharf einstellen, so geschieht dies mittels der Schrauben *a b*. Das Objectiv *o* sitzt auf einer durchbrochenen Wand, welche leicht entfernt und wieder befestigt werden kann. Fig. 203 stellt das Lampengehäuse über der Pinakoscoplampe vor.

Soll das Pinakoscop zu photographischen Vergrösserungen benutzt werden, so muss alles seitlich aus dem Apparate tretende zerstreute Lampenlicht (welches für Projectionen ganz unschädlich ist) sorgfältig ausgeschlossen werden; das Bromsilberpapier würde sonst darunter leiden und verschleierte Bilder geben. Deshalb bringe ich einen Mantel aus leichtem Eisenblech an, welchen man über den ganzen Apparat stürzen kann. Der obere Theil *a b c d* ist getrennt abzuheben und wird erst bei der Vornahme der Exposition aufgesetzt. An beiden Seiten des Kastens sind lichtdichte Schieber (*e*. Fig. 204) angebracht, damit das Einsetzen des Negativs und Einstellen des Bildes bequem geschehen kann.

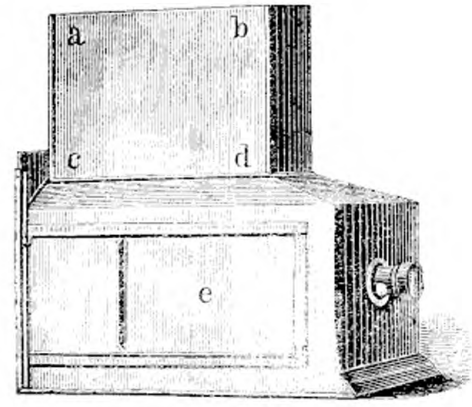


Fig. 201.

Am hinteren Theile des Mantels ist aber zum Entweichen der Luft eine Oeffnung angebracht, welche durchaus nichts schadet: unten eine Doppelthüre, welche während der Exposition geschlossen wird. Es ist somit genügend dafür gesorgt, dass die Luftcirculation in keiner Weise unterbrochen wird.

Das Pinakoscop eignet sich, wie erwähnt, sehr gut zu Vergrösserungen auf Eastman'schem Bromsilbergelatinepapier. Hierzu dient eine Vergrösserungsstaffelei, auf welche das empfindliche Papier aufgespannt wird. Das Holzgestelle *a a* (Fig. 205) trägt das verstellbare Brett *b*, auf welches zunächst weisses Papier kommt, um damit das vergrösserte Bild scharf einstellen zu können. Oben befindet sich ein Kasten *c c*, welcher mit dem Deckel *d* dicht verschlossen werden kann (Fig. 206).

Im Innern ist eine Rolle *e* enthalten, um welche das Bromsilberpapier aufgerollt ist. Vor der Belichtung rollt man ein entsprechendes Stück Papier ab, schliesst den Deckel und schützt somit den Rest desselben vor Lichtwirkung.

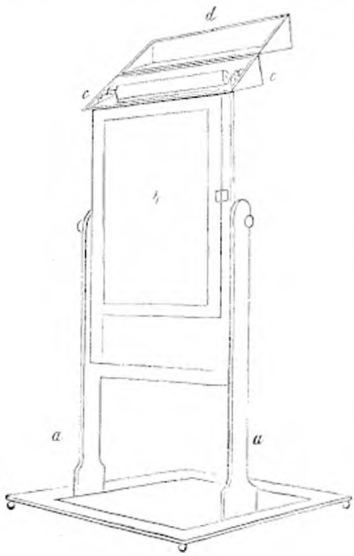


Fig. 205.

Die belichteten Vergrösserungspapiere werden in der bekannten Weise mit Eisenoxalat hervorgerufen.

Die Expositionszeit für eine vierfache Vergrösserung nach einem Kartennegativ von mittlerer Dichtigkeit beträgt ungefähr 60—90 Secunden.

Einen Vergrösserungsapparat unter Anwendung von Siemens' invertirtem Regenerativ-Brenner (mit Leuchtgas) construirte E. Himly. Derselbe ist in Fig. 207 abgebildet [1]).

Das Auer'sche Gasglühlicht, bei welchem mittels einer Bunsen'schen Flamme ein mit Zirkon- oder Cerit-Erde imprägnirtes Netz zur Weissgluth gebracht wird, ist weisser als gewöhnliches Gas- oder Petroleumlicht und deshalb auch photographisch wirksamer. Besonders hell ist das Ligroingas-Glühlicht von Fabricius [2]), siehe Fig. 208.

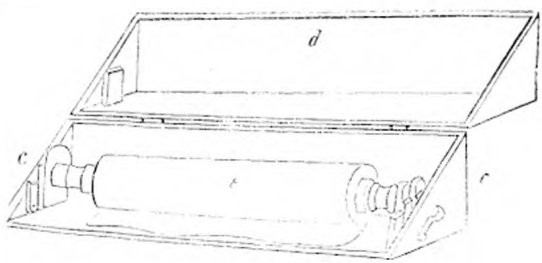


Fig. 206.

Diese Lampe beruht auf folgendem Principe: In einem kleinen, aus festem Metall gearbeiteten Reservoir *B* befindet sich Ligroin (ein

1) Näheres s. Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889. S. 7.
2) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1889. S. 303.

leicht flüchtiger und leicht brennbarer Bestandtheil des Petroleums). Dasselbe wird durch einen Asbestdocht in eine dünne horizontale Metallröhre gesaugt, welche durch eine kleine Weingeistlampe (*D* und *C*) erhitzt wird; bei *F* befindet sich ein Regulirschieber. Die sich entwickelnden Gase treten unter einem gewissen Druck aus, mischen sich (ähnlich wie bei den Bunsen'schen Brennern) zufolge seitlich angebrachter Oeffnungen mit Luft und verbrennen nach dem Entzünden mit blassblauer, sehr heisser Flamme; über diese wird das Auer'sche Glühnetz nebst Cylinder (*F*) gebracht, welches sofort in hellste Weissgluth

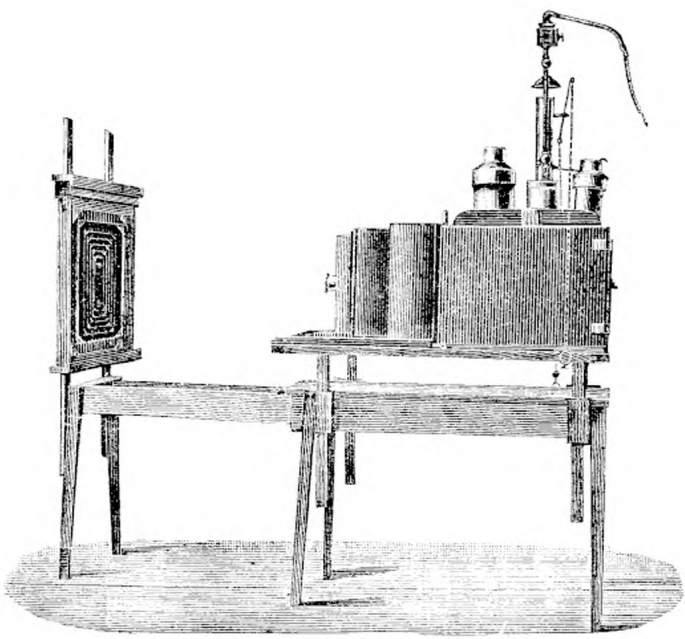


Fig. 207.

kommt. Zur Ausgleichung von eventuell zu grosser Gas-Entwickelung ist ein Sicherheitsventil und Regulator (*K*) angebracht und erscheint bei achtsamer Behandlung der Lampe mit derselben keine weitere Gefahr verbunden.

Während man zu den gewöhnlichen Auer'schen Glühlampen Leuchtgas braucht, wird bei der neuen Lampe Ligroingas verwendet, so dass sie auch an jenen Orten verwendbar wird, wo sich keine Gasleitungen vorfinden; ferner ist die Leuchtkraft eine wesentlich höhere als die der gewöhnlichen Gas- oder Petroleumlampen. Das Licht ist rein weiss

und vermöge seines grösseren Reichthums an blauen und violetten Strahlen von viel grösserer photographischer Wirksamkeit als gewöhnliches Lampenlicht. Es verdient daher vom photographischen Standpunkte aus volle Beachtung und wird dieser Beleuchtungsapparat von der Firma A. Moll in Wien, zu Zwecken des Copirens, sowie des Vergrösserns im Sciopticon oder ähnlichen Projectionsapparaten, in den Handel gebracht. Eine von Eder in Gemeinschaft mit Herrn Hauptmann R. v. Reisinger (namentlich mit Rücksicht auf seine photographische Wirksamkeit im Sciopticon für Vergrösserungen auf Bromsilberpapier) an der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren vorgenommene Untersuchung des Fabricius'schen Gasglühlichtes ergab, dass das bis jetzt übliche Petroleumlicht im Vergleiche mit dem neuen Lichte stark gelb erschien; das neue Licht be-

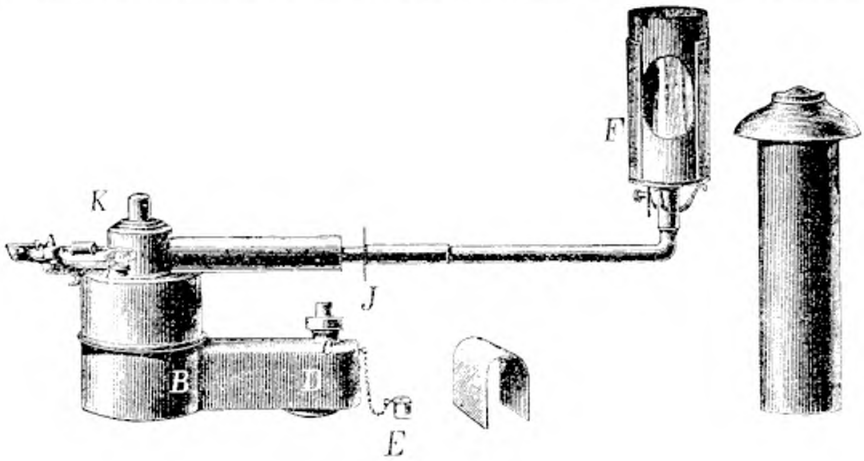


Fig. 208.

nöthigte für Bromsilber-Emulsion nur den dritten oder fünften Theil der Belichtungszeit, welche mit der Petroleumlampe erforderlich war, wobei zu bemerken ist, dass die zu den Versuchen benutzte Petroleumlampe einem sehr guten Sciopticon entnommen war. Es erweist sich also dieses Glühlicht mit Vortheil zu photographischen Vergrösserungszwecken verwendbar und besitzt ausserdem die Annehmlichkeit, keinerlei Rauch oder üblen Geruch zu entwickeln, welcher bei den gewöhnlichen Petroleumlampen bei einiger Unachtsamkeit leider nur zu häufig vorkommt. Die Form der Lampe ist eine solche, dass sie jedem bestehenden Sciopticon, nach der Entfernung der bisherigen Petroleumlampe, angefügt werden kann.

Das neue Licht wurde nicht nur für Projectionszwecke im Sciopticon versucht, sondern auch zu Copirprocessen mit Gelatine-Emulsionsschichten. Es nimmt einen mittleren Rang zwischen dem gewöhnlichen

Petroleumlicht einerseits und dem Zirkonlicht oder Kalklicht anderseits ein. Bei den an der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren vorgenommenen Versuchen ergab sich für das neue Licht eine photographische Wirksamkeit auf Bromsilbergelatine mit Hervorrufung von 60—70 Kerzen, wenn man hiermit die photographische Wirksamkeit einer in derselben Distanz aufgestellten englischen Normal-Walrathkerze von 45 mm Flammenhöhe als Einheit in Vergleich zieht. Zu bemerken ist, dass bei lang andauerndem Gebrauche die Leuchtkraft des netzförmigen Glühkörpers abnimmt; der letztere muss dann durch ein neues Netz ersetzt werden (Eder, Phot. Corresp. 1889).

Die Firma Lechner in Wien stellte folgenden praktischen Vergrösserungsapparat für Ligroingas-Glühlicht zusammen (s. Fig. 209).

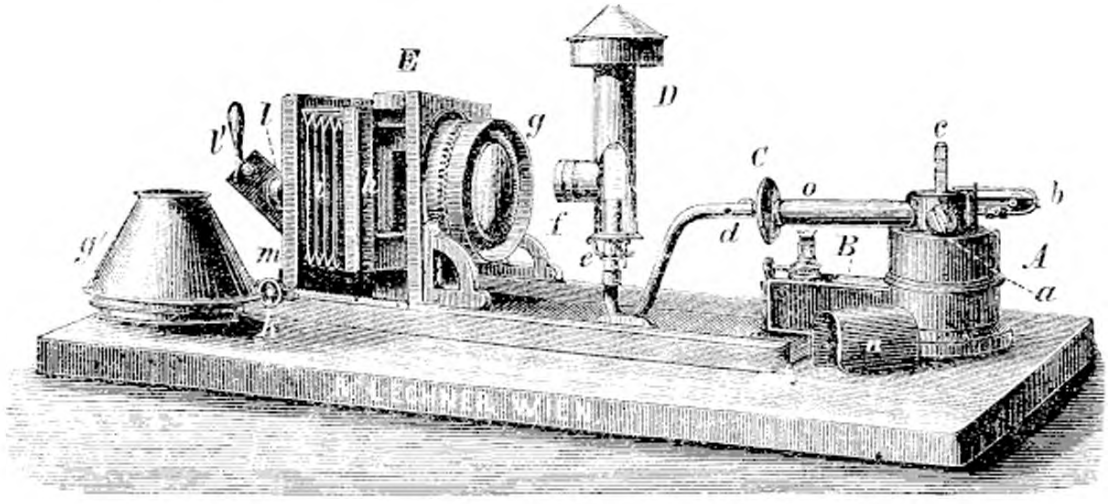


Fig. 209. Vergrösserungsapparat für Ligroingas-Glühlicht.

Die Handhabung des Apparates ist die folgende: Das Reservoir *A* wird bei *a* zu $^2/_3$ mit bestem Ligroin gefüllt, wobei zu beachten ist, dass die Schraube *a* nach der Füllung fest (eventuell mit Zange) anzuschrauben ist. Dann wird die kleine Spirituslampe *B* angebrannt und, damit die Flamme ruhig brennt, der Deckel *n* bei *o* über dieselbe gehangen. Unter dem Blechcylinder *D* befindet sich der Glühkörper, welchem durch das Rohr *C* das Ligroingas zugeführt wird. Durch das Erwärmen mit der Spiritusflamme bildet sich bei *o* nach einigen Minuten Ligroingas; dieses wird durch eine feine Oeffnung im Innern des Verbindungsrohres *C* bei *d* eingeleitet. Die Regulirung des Zuzuges von Gas geschieht bei *b*, wo sich ein Knopf befindet, der mittels eines Triebes eine feingespitzte Nadel in Bewegung setzt. Dreht man diesen Knopf in der Richtung nach *D*, so wird die Oeffnung bei *d* mittels vorerwähnter Nadel geschlossen und es kann kein Gas ins Rohr gelangen; dreht man in entgegengesetzter Richtung, so strömt das Gas ins Rohr *C*. Jetzt wird der Glühkörper angebrannt, und nach einigen Secunden erstrahlt derselbe in der gewünschten Helligkeit. Ueber den Glühkörper kommt der Blechcylinder *D* (nicht der Glascylinder), der trichterförmige Ansatz *g'* wird bei *g* (wo sich die Condensorlinsen befinden) angesetzt,

während der Cylinderansatz *f* in der anderen Seite des Trichters *g'* seinen Platz findet. *E* ist der eigentliche Vergrösserungsapparat, *h* der Bildhalter, *i* der Balgauszug, *k* der Knopf der Triebstange, mittels welchem eingestellt wird, *l* das Objectiv (ein Suter'sches Porträt-Objectiv), *l'* der Dissolver (Verschluss des Objectives).

Einige wichtige Notizen mögen hier noch Platz finden. Beim Arbeiten mit diesem Apparate müssen die verschiedenen Manipulationen in der vorstehend angegebenen Reihenfolge stattfinden. Der Glühkörper darf nicht früher angebrannt werden, als bis die Spiritusflamme circa zwei Minuten bereits gebrannt hat. Ferner soll durchaus nicht gleich der volle Gasstrom in den Glühkörper eingeleitet werden, sondern man regulire bei *b* derart, dass vorerst schwacher Zufluss ist und allmählich erst je nach Bedarf ein stärkerer. Es darf sich auch nicht zu viel Gas ansammeln, weshalb die Spirituslampe, welche in einem Charnier hängt, zeitweise bei Seite geschoben werden kann, wodurch die Gasentwickelung sistirt wird. Bei *C* ist ein Ventil, durch welches, wenn der Gasdruck zu stark ist, das Gas entweicht. Das Auslöschen der Lampe geschieht, indem man erst die Spirituslampe abdreht; das Glühlicht wird dann noch ein oder zwei Minuten brennen, und dann schliesst man beim Knopf *b* die Zufluss-Oeffnung, und das Glühlicht erlischt.

Der Glühkörper ist sehr leicht zerbrechlich und muss daher aufs Behutsamste behandelt werden: nach jedesmaliger Verwendung hebe man ihn sammt dem Brenner aus dem Apparat aus, setze den lediglich zum Schutze des Glühkörpers beigegebenen Glascylinder auf den Brenner und gebe das Ganze in den beigegebenen Kasten.

An der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien ist ein Vergrösserungsapparat in Anwendung, welcher gleichfalls einen Fabricius-Brenner enthält; dieser Apparat gibt vortreffliche Vergrösserungen auf Bromsilberpapier und wurde von dem optischen Institute Plössl (R. Wagner) in Wien nach meiner Angabe construirt.

C) Petroleum, Gas etc. in Sauerstoff verbrennend.

Alle Kohlenstoffflammen, selbst wenn sie mit Sauerstoff angefacht sind und hell und kräftig leuchten, sind verhältnissmässig arm an chemischer Intensität.

Dies gilt von Petroleum-, Oel-, Gasflammen etc. und auch Holzkohle, in Sauerstoff verbrannt, gibt ein sehr lebhaftes, aber wenig actinisches Licht[1]).

Claudet nahm im December 1841 ein englisches Patent zur Herstellung von künstlichem Licht, worin er zur Herstellung von Porträtphotographien bei Nacht: 1. die Verbrennung von Kohle, angefacht durch Sauerstoffgas, 2. die Flamme von Leuchtgas und kohlenstoffhaltigen Flüssigkeiten, angefacht durch Sauerstoffgas, besonders erwähnte[2]).

1) Monckhoven, Phot. Corresp. 1871. S. 208, aus Bulletin Belge Phot. Nr. 7.
2) Abridgements of the Specifications relating to Photography. 1861. S. 6.

In der That hat man 1855 Daguerreotypen nach einem Kupferstiche bei derartigem Lichte erhalten, als man in eine Flamme von Leuchtgas, welches früher mit Petroleumdämpfen geschwängert war, Sauerstoff leitete und dies Licht mit einem Reflector verstärkte [1]).

Zur Herstellung von Petroleum-Sauerstofflicht leitet man nach Carl in eine Petroleumflamme Sauerstoff. Man füllt eine Petroleumlampe (Rundbrenner) mit einer gesättigten Lösung von Naphthalin in Petroleum. Innerhalb des Rundbrenners steigt ein enges Röhrchen in die Höhe, welches oben einen Ansatz mit radialen conischen Löchern trägt, aus welchen Sauerstoff ausströmen kann. Zündet man den Docht der Lampe an, so hat man eine stark russende Flamme; leitet man nun Sauerstoff durch, so erhält man einen prächtigen Lichtstern [2]).

Solches Licht hatte Tessié du Mothay zur Strassenbeleuchtung zu verwenden gesucht und 1870 tauchte es unter dem Namen „Licht Philipp" als photographische Lichtquelle auf [3]). Seine Unbrauchbarkeit zu diesem Zwecke sprach Monckhoven aus [4]).

Van Tenac führte in eine mit Oel gespeiste Moderateurlampe einen Sauerstoffstrom an die Innenseite. Das Licht war sehr weiss und intensiv, aber weniger actinisch als brennendes Magnesium [5]).

Leuchtgas, durch Benzol geleitet, in einem Bunsen'schen Brenner verbrannt, indem Sauerstoff dazu geleitet wird, gibt ein helles Licht, bei welchem Chlorknallgas explodirt [6]); trotzdem ist das Licht als ein wenig actinisches zu bezeichnen (Monckhoven [7]).

IX. Phosphorescenz-Licht.

A) Allgemeines über phosphorescirende Substanzen.

Phosphorescirende Substanzen, Leuchtsteine, Lichtsauger oder Lichtmagnete nennt man bekanntlich solche Körper, welche dem Sonnenlichte ausgesetzt, nachher noch eine Zeit lang auch im Dunkeln einen hellen Schein verbreiten. Die Intensität des Phosphorescenz-Lichtes wird durch Erwärmen erhöht.

Seit der Schuster Vincentius Casciorolus am Anfange des 17. Jahrhunderts (wahrscheinlich 1604) den Bologner Leuchtstein und

1) Roy. Cornw. Polytechn. Soc. 1855. Bd. 41. Silliman Americ. Journ. of Science. Bd. 22, S. 301.

2) Wagner's Jahrber. chem. Technol. 1872. S. 856.

3) Phot. Corresp. 1870. S. 208, aus Bulletin Belge Phot.

4) A. a. O.

5) Dingler's Polytechn. Journ. 1875. Bd. 216, S. 93.

6) Brit. Journ. Phot. 1871. S. 23.

7) Bulletin Société franç. Phot. 1871. S. 210.

1674 Balduin den nach ihm benannten Phosphorus darstellte, wurden viele andere phosphorescirende Stoffe künstlich erzeugt und zahlreiche natürlich vorkommende phosphorescirende Substanzen entdeckt. Von den mineralischen sind zu nennen: Diamant, Kalkspath, Flussspath, Schwefelcalcium, -Baryum und -Strontium, Alkalien, alkalische Erden und deren Salze, Urannitrat, Salmiak, Salpeter, Bittersalz u. A.; von organischen Substanzen: Weinstein, Benzoësäure, Zucker, Papier, Gelatine, arabisches Gummi, Stärke, Käse, Eierschalen, Knochen, Elfenbein, Leder, Thier- und Menschenhaut u. A.[1]).

Es ist für den Photographen gut, die phosphorescirenden Substanzen zu kennen, weil sich manche seltsame photographische Phänomene (s. S. 187) mit Leichtigkeit aus dem nachträglichen Selbstleuchten gewisser Substanzen erklären.

Die meisten Lichtquellen sind im Stande, den Leuchtstein zu erregen, z. B. Petroleum-, Gaslicht, ja sogar ein brennendes Streichhölzchen. In hohem Grade erregen ihn Magnesiumlicht und elektrisches Licht, am besten aber Tageslicht. Gar nicht wirkt eine durch Kochsalz gelb gefärbte Weingeistflamme; dagegen wirkt eine durch Kupfer blaugrün gefärbte Weingeistflamme erregend.

Unter den Strahlen des Sonnenspectrums sind es die ultravioletten (bis über die Linie *P* des Spectrums) und die violetten, welche am stärksten erregen; nach dem Gelb zu nimmt die Wirkung ab und geht nach Becquerel nicht über die Linie *F* des Spectrums. Merkwürdigerweise heben die gelben und rothen Strahlen die Wirkung der violetten Strahlen auf, indem sie das durch diese hervorgerufene Leuchten auslöschen resp. bedeutend abschwächen (schon von Seebeck 1810 beobachtet).

Aehnliche Verhältnisse walten ob, wenn man den Leuchtstein mit farbigen Gläsern bedeckt. Dunkelblaues Glas, obgleich es scheinbar das Licht bedeutend schwächt, lässt alle wirksamen Strahlen durch, ja zu Zeiten, wo das Tageslicht viel rothe und gelbe Strahlen enthält, wird der mit blauem Glase bedeckte Leuchtstein stärker erregt, als durch das reine Tageslicht. Beleuchtet man eine mit phosphorescirendem Pulver bedeckte Fläche, bedeckt sie dann zur Hälfte mit Pappe und zur anderen mit gelbem Glase und beleuchtet abermals, so gewahrt man die aus-

1) Ausführlicheres siehe: Heinrich, Die Phosphorescenz der Körper. 1811 bis 1820; Gmelin, Handbuch der anorganischen Chemie. 5. Auflage. 1852. Bd. I. S. 179; Becquerel, La Lumière. 1868; Phipson, The Phosphorescence. 1862; Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik. — Ueber Luminiscenz der Pyrogallussäure siehe Lenard und Wolf (Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1889, S. 347 und für 1891, S. 289). — Ueber Luminiscenz und chem. Lichtwirkung s. Wiedemann (ibid. für 1890, S. 219).

löschende Wirkung der gelben Strahlen, indem die Hälfte, welche mit dem gelben Glase bedeckt war, fast ganz verlöscht ist, während die Hälfte, die unter der Pappe war, fortleuchtet[1]).

Die Strahlen des Phosphorescenz-Lichtes sind stets weniger brechbar als jene der erregenden und im Allgemeinen liefern dieselben ein continuirliches bis ins Blaue reichendes Spectrum.

Die Farbe des ausgestrahlten Lichtes ist, wie schon Dufay 1730 beobachtete, unabhängig von der Farbe der erregenden Strahlen, d. h. ein bestimmter Leuchtstein strahlt immer dasselbe Licht aus, gleichviel, ob er durch violettes, blaues oder farbloses Licht erregt wird. Diese Farbe ist das Ergebniss eines bestimmten molecularen Zustandes des Leuchtsteines. Farbig ist das ausgestrahlte Licht überhaupt nur kurze Zeit. Später haben die Leuchtsteine aller Bereitungsweisen das gleiche weissliche Licht[2]). Die besten bis jetzt bekannteren Leuchtpulver leuchten etwa 18 Stunden lang; doch ist zuletzt nur mehr ein schwacher Schimmer vorhanden.

Die Dauer des Phosphorescenz-Lichtes nach der Belichtung ist für die verschiedenen Körper eine sehr verschiedene.

Zwischen der Intensität des Phosphorescenz-Lichtes und der Dauer des Leuchtens existirt keine Beziehung. Z. B. der Arragonit leuchtet ziemlich hell, aber nur 20 Secunden nach der Belichtung; Chlorophan und gewisse Diamanten, welche nach der Belichtung viel weniger hell leuchten, erlöschen erst nach mehreren Stunden.

Das violett (blau) phosphorescirende Schwefelcalcium ist die beste und am hellsten phosphorescirende Substanz, welche man bis heute kennt. Wird phosphorescirendes Pulver mit einem Harzfirniss angerieben und damit eine Fläche bestrichen, so leuchtet sie nach dem Beleuchten mit Tages-, Sonnen- oder Magnesiumlicht so hell, dass man mit diesem Lichte lesen und mässig grosse Räume dadurch erhellen kann. Diese Farbe war zuerst von dem Engländer Balmain 1877 patentirt und gegen Ende der Siebziger Jahre im Grossen erzeugt[3]), wird aber nunmehr auch in Deutschland und Oesterreich hergestellt.

Diese Farbe fand auch photographische Verwendung zur Construction von Photometern (s. S. 425), leuchtenden Photographien etc.

---

1) Polytechn. Notizbl. 1881. S. 305.

2) Ueber das Spectrum des Phosphorescenz-Lichtes s. Becquerel a. a. O., Hagenbach (Archives des sciences phys. 1877). — Ueber das Spectrum der phosphorescirenden Platte in Warnerke's Sensitometer s. Eder, Sitzber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 1885. (Vergl. auch Bd. III dieses Werkes, 4. Aufl., S. 141.)

3) Das Balmain'sche Farb-Patent befindet sich gegenwärtig in den Händen von Ihlee und Horne in London.

Das violett phosphorescirende Schwefelcalcium leuchtet wohl noch 12 bis 18 Stunden nach der Insolation, aber die Intensität nimmt rasch ab.

E. Becquerel bestimmte mit einer Probe von blauem Calciumsulphid die Intensität des ausgestrahlten Lichtes nach verschiedenen Zeitintervallen [1]).

Secunden	Intensität	Secunden	Intensität	Secunden	Intensität
0 . . .	1,000000	265 . . .	0,011744	1110 . . .	0,002586
35 . . .	0,076300	420 . . .	0,007765	1305 . . .	0,001996
75 . . .	0,034883	545 . . .	0,006280	1525 . . .	0,001736
125 . . .	0,026752	700 . . .	0,004582	1725 . . .	0,001488
170 . . .	0,017899	930 . . .	0,003084		

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, dass während der ersten 30 Secunden nach der Exposition die Intensität des Lichtes rasch abnimmt, dass jedoch später die Abnahme langsamer erfolgt. Nach den Angaben desselben Gewährsmannes wird eine Verschiedenheit von $^1/_{50}$ der Intensität leicht durch die Netzhaut wahrgenommen. Wie die obige Tabelle lehrt, ist zu empfehlen, die Beobachtung in dem Zeitraum von 30 bis 60 Secunden nach der Insolirung zu beginnen. Bezüglich der Zeit, welche erforderlich ist, um das Leuchten zu erregen, fand Warnerke [2]), dass mit Rücksicht auf die körnige Beschaffenheit des verwendeten phosphorescirenden Pulvers die volle Erregung in einem Zeitraum von 3 Secunden und nicht augenblicklich stattfindet, wie letzteres der Fall sein würde, wenn die Oberfläche ganz glatt wäre.

Nach Darwin ist die Abnahme der Phosphorescenz von Balmain's leuchtender Farbe:

Helligkeit unmittelbar nach der Belichtung . .		100
„ nach	18 Secunden	56,5
„ „	45 „	25,1
„ „	1 Minute 33 Secunden . . .	14,1
„ „	5 Minuten	6,1
„ „	10 „	2,89
„ „	20 „	1,34
„ „	40 „	0,604
„ „	60 „	0,376

Allgemeine Gesetze der Lichtabnahme versuchte Darwin zu geben, jedoch sind die Resultate unsicher [3]).

1) Phot. Corresp. 1880. S. 36.

2) Ibid.

3) Philos. Magaz. (5.) 9, S. 209. Naturforscher. 1881. S. 182.

B) Phosphorographien.

Fällt auf eine mit Leuchtfarbe überzogene Platte durch eine Zeichnung oder in der Camera ein Bild, so erscheint auf derselben im Finstern das Bild mit demselben Verhältniss von Licht und Schatten selbstleuchtend.

Im Jahre 1824 hatte Daguerre einige Zeit lang gehofft, es lassen sich die phosphorescirenden Substanzen dazu verwenden, Bilder in der Camera zu erhalten. Er machte in dieser Richtung erfolglose Versuche, fand aber bei dieser Gelegenheit eine ziemlich gute Methode aus Schwerspath einen Leuchtstein zu machen [1]). [Vergl. S. 114.]

Die Lichtbilder auf phosphorescirenden Substanzen nennt man „Phosphorographien".

Derartige Bilder sind niemals scharf, indem das von dem einen Theilchen ausgesandte Licht die benachbarten zum Leuchten bringt; deshalb verschwimmen feine Linien [2]).

Auch 1868 beschäftigte man sich in England mit Versuchen, auf Platten, welche mit phosphorescirenden Substanzen überzogen waren, Phosphorescenz-Photographien herzustellen, indem man selbe unter einem Negativ durch wenige Secunden dem Sonnenlicht aussetzte. Das Bild leuchtet im Dunkeln und verschwindet aber allmählich für alle Zeit. (Diese Versuche sind im „Brit. Journ. of Phot." 17. April 1868 beschrieben.)

Man versuchte dann kurz darauf permanent leuchtende Photographien mit dem Einstaub-Verfahren zu erhalten, indem Gummi-Zucker-Honig mit Bichromat versetzt und nach dem Belichten unter einem Negativ mit phosphorescirenden Pulvern eingestaubt wurde. Diese haften nur an den nicht vom Lichte getroffenen Stellen; das Bild wird wie alle anderen Einstaubbilder fixirt. Diese phosphorescirenden Bilder erscheinen, so oft man sie dem Lichte aussetzt [3]).

Woodbury stellte 1879 wieder solche leuchtende Photographien her, indem er Glasplatten mit einem Gemisch von Dextrin, Honig und Ammoniumbichromat überzog, darauf ein „Einstaubbild" (s. d.) erzeugte und nun mit phosphorescirenden Pulvern einstaubte [4]).

Recht hübsche phosphorescirende Photographien lassen sich dadurch erhalten, dass man Diapositive auf Glas oder mittels Wachs, Damar-

---

1) Comptes rendus. 1839. Bd. 8, S. 243.

2) Abney, Phil. Mag. (5.) XI, 300. Beibl. z. Annal. d. Phys. u. Chem. 1881. Seite 509.

3) Brit. Journ. of Phot. 1881. XXVII, S. 380.

4) Phot. News. 1879. S. 210.

firniss etc. transparent gemachte positive Papierbilder an der Rückseite mit Leuchtfarbe bestreicht. Legt man diese Bilder an die Sonne oder beleuchtet sie mit Magnesium, so erscheint das Bild im Dunkel schön nuancirt leuchtend, da den Halbtönen entsprechend das Licht verschieden stark durchschimmert. Derartige Bilder wurden von Emil v. Schmidt in Wien zuerst im März 1881 dargestellt[1]). Später kamen diese Bilder in den Handel. Durch den Schwefelgehalt der Leuchtfarbe werden Silberbilder bald zum Vergilben gebracht; Pigment- oder Lichtdrucke sind beständig.

C) Photographien mittels Phosphorescenz-Licht.

Das blaue und violette Phosphorescenz-Licht des Calciumsulfides wirkt auf photographische Präparate in wenigen Secunden kräftig ein, dagegen das grün phosphorescirende Schwefelstrontium äusserst wenig (Eder).

Dass das Licht gewisser Leuchtsteine Jodsilber afficirt, wusste schon Daguerre.

Er soll versucht haben, mittels phosphorescirender Substanzen seine Plattenbilder in nicht verkehrter Stellung aufzunehmen[2]). Er überzog eine Tafel mit leuchtender Farbe und setzte diese an die Stelle des matten Glases in der Camera, d. h. er belichtete sie wie eine empfindliche Platte. Sodann legte er sie im Dunkeln auf eine jodirte Silberplatte. Durch Quecksilberdampf liess sich auf der letzteren das Spiegelbild des Camerabildes entwickeln.

Becquerel fand (1857 und 1858), dass einzelne Körper nach der Insolation im Dunkeln durch das von ihnen ausgestrahlte Phosphorescenz-Licht auf empfindliches photographisches Papier wirken — ein Resultat, das man erwarten darf, sobald der Körper mit einem Lichte phosphorescirt, das sich dem violetten Ende des Spectrums nähert.

Der leuchtende Phosphor bringt auf nasse Collodion-Jodsilberplatten nach A. Vogel 1863 in 3 Stunden eine Wirkung hervor, ungefähr ebenso stark, als Tageslicht in 6 Secunden.

Schwache, jedoch unverkennbare Einwirkungen erhielt A. Vogel auch durch phosphorescirende Substanzen, wie belichtetes Flussspathpulver und Zucker, wenn diese im Dunkeln gegen photographisches Papier gepresst wurden[3]).

---

1) Phot. Corresp. 1881. S. 57.

2) Phot. Archiv. 1881. S. 152.

3) Münchener Berichte. 1863. 2, S. 266. Fortschritte d. Physik. 1863. S. 264. Schrötter machte 1865 einen ähnlichen Versuch mit negativem Erfolge (Jahresbericht für Chemie. 1865. S. 96).

Schnauss hatte 1878 constatirt, dass auf nasse Collodionplatten das Licht phosphorescirender Substanzen einwirkt und dass auf diese Weise Copien auf nassem Collodion erzeugt werden können[1]).

Fast gleichzeitig und unabhängig von einander brachten 1880 Warnerke und Lieutenant Darwin die Idee zur Ausführung, Photographien mittels phosphorescirender Substanzen zu erzeugen. Warnerke hatte seine Bemerkungen „über ein neues System der Photographie" in der April-Sitzung 1880 der „Photographic Society of Great Britain" in einem Schreiben veröffentlicht[2]).

Er präparirt eine phosphorescirende Platte, indem er phosphorescirendes Schwefelcalcium auf eine Glasplatte oder Papier aufträgt. Als Bindemittel des phosphorescirenden Pulvers kann Albumin angewendet werden, welches zugleich die zerstörende Wirkung der Atmosphäre hintanhält. Wird die phosphorescirende Fläche auf einer collodionirten Glasplatte hergestellt, so erhält man durch Abziehen des Häutchens eine biegsame Schicht. Die mit Schwefelcalcium bedeckte Platte erscheint dunkel, so lange sie nicht ans Licht gebracht wird. Exponirt man sie in der Camera (z. B. 1 Minute) und bringt sie dann in einen finstern Raum, so bemerkt man, dass die vom Licht getroffenen Stellen leuchtend geworden sind. Legt man das leuchtende Bild auf eine Emulsionsplatte (durch ungefähr 5 Minuten) und entwickelt, so entsteht ein vollkommenes Negativ, aber verkehrt. Es genügt eine Belichtung der Phosphorescenz-Platte durch wenige Secunden, um ein im Dunklen sichtbares Bild zu erhalten. Durch Erwärmen der Platte wird das Phosphorescenz-Licht heller. Das leuchtende Bild hält so lange Zeit an, dass es mehrmals hintereinander auf Emulsionsplatten copirt werden kann. Es ist bemerkenswerth, dass ein in der Camera erzeugtes Phosphorescenz-Bild nicht scharf ist, offenbar weil der Focus der Linsensysteme nicht für die Phosphorescenz erregenden Strahlen (das sind insbesondere ultraviolette und violette Strahlen) corrigirt ist. Eine einmal leuchtend gewordene phosphorescirende Platte leuchtet im Finstern mehrere Stunden lang, aber erlöscht dann allmählich; im rothen oder grünen Lichte wird das Phosphorescenz-Licht schon nach wenigen Minuten ausgelöscht. Setzt man eine leuchtend gewordene Platte unter rothem Glase oder einer grünen Anilinfarben-Schicht durch mehrere Minuten dem hellen Tageslichte aus, so verliert sie das Vermögen, im Dunkeln zu leuchten. Diese auslöschende Wirkung vermag nicht jedes rothe oder rubinrothe und, nach Warnerke, auch grüne Glas hervor-

1) Phot. Archiv. 1881. S. 152.
2) Phot. News. 1880. S. 257 und 258. Phot. Corresp. 1880. S. 149.

zubringen. Wenn man eine Phosphorescenz-Platte unter einem gewöhnlichen Negativ belichtet, so erhält man ein leuchtendes negatives Bild, welches im Contact mit einer Emulsionsplatte ein scharfes Positiv zu copiren gestattet. Wenn eine Phosphorescenz-Platte belichtet wird, dann mit einem Negativ und einer auslöschenden farbigen Platte bedeckt und dem Lichte ausgesetzt wird, so copirt sich ein leuchtendes positives Bild. An den vom auslöschenden Lichte getroffenen Stellen wird nämlich das Vermögen, im Finstern zu leuchten, zerstört. Mit den Phosphorescenz-Platten ist es nach Warnerke möglich, Photographien vom rothen Ende des Spectrums zu erhalten. Die Platte muss zuvor an der ganzen Oberfläche belichtet werden. So wie sie vom Sonnenspectrum getroffen wird, löschen die weniger brechbaren Strahlen (am rothen Ende) das Leuchtvermögen aus und lassen nur die dunkeln Fraunhoferschen Linien auf der Platte leuchtend zurück. Diese kann man auf eine Gelatine- oder Collodionplatte copiren (vergl. Phosphorographien S. 560).

Lieutenant Darwin hatte ganz ähnliche Experimente gemacht[1]) und sich dabei Balmain's phosphorescirenden Anstriches (luminous paint) bedient. Er setzte eine Phosphorescenz-Platte 3 bis 4 Secunden dem Sonnenlichte aus, deckte ein Negativ und rothes Glas darüber und liess das Sonnenlicht $1^1/_2$ Minuten einwirken; als er die Platte ins Dunkle brachte, zeigte sich ein leuchtendes Negativ. Als er dieses durch 30 Secunden mit einer Trockenplatte in Contact brachte, gab diese beim Entwickeln ein Negativ.

Das Licht von phosphorescirendem Schwefelcalcium (Balmain's Farbe) wirkt lebhaft auf Bromsilbergelatineplatten. Baden Pritchard beobachtete, dass ein mit Schwefelcalcium bestrichenes Papier nach einer 5 Minuten langen Besonnung so lebhaft auf Bromsilbergelatine wirkte, als ein Gasbrenner. Nach 30 Secunden entstand ein Bild[2]).

Vincent empfahl phosphorescirende Platten zur Herstellung von Diapositiven auf Bromsilbergelatine nach Negativen im Copirrahmen, weil das Licht auf der ganzen Fläche gleichmässig wirkt (gleichmässiger als Kerzenlicht), die Lichtstrahlen parallel einfallen, die Expositionsdauer genauer regulirt werden kann (?) und die Luft nicht so verschlechtert wird, wie durch Gaslicht (vergl. Cap. IX, Sensitometer).

Vincent[3]) erhielt Diapositive auf Bromsilbergelatine im Copirrahmen durch Auflegen, indem er unter einem Negativ mittels einer aufgelegten Phosphorescenz-Platte (Balmain'sche Farbe) durch 3 bis

1) Phot. News. 1880. S. 262. Phot. Corresp. 1880. S. 150.
2) Phot. News. 1879. S. 502.
3) Phot. Archiv. 1881. S. 136 und 173. Aus Phot. News. 1881.

4 Secunden belichtete und mit Eisenoxalat entwickelte. Diese Exposition genügte, wenn die Phosphorescenz-Platte 5 Minuten nach dem Aussetzen an das zerstreute Tageslicht auf die Bromsilbergelatine einwirkte; 10 Minuten nach dem Aussetzen musste er 15 Secunden lang einwirken lassen, nach 15 Minuten ungefähr 25 Secunden. Unmittelbar nach der Insolation am Tageslichte leuchtet die Platte noch so hell, dass oft schon 1 Secunde zu lang ist. Mit anderer Farbe muss öfter länger exponirt werden; Schlegel exponirte z. B. 50 Secunden [1]).

Auch Zenger stellte Versuche in derselben Richtung an (Beibl. Annal. Phys. Chem. 1887. S. 94).

Henderson versuchte der Bromsilbergelatine-Emulsion leuchtendes Schwefelcalciumpulver einzuverleiben und wollte dadurch eine Abkürzung der Exposition erzielen, indem neben dem photographischen Bild auf Bromsilber ein Phosphorescenz-Bild entsteht, welches in zweiter Linie wieder auf das Bromsilber zurückwirkt [2]).

Dieser Vorschlag lässt sich aber nicht gut realisiren [3]), weil solche Emulsionen immer grobkörnig sind, sich leicht entmischen und keine feinen Negative geben. Ferner entsteht (namentlich in wässerigen Silbersalz-Emulsionen) leicht Schwefelsilber; die Emulsion zersetzt sich also. Namentlich beim Behandeln mit sauren Entwicklern etc. geht diese Zersetzung vor sich. — Trotzdem ist die Idee nicht zu verwerfen.

Eine mit phosphorescirender Farbe bestrichene Glasplatte, welche durch vorheriges Aussetzen an das Tages-, Sonnen- oder Magnesiumlicht leuchtend gemacht wurde, vermehrt das elektrische Leitungsvermögen des Selens (in Siemens' photoelektrischem Apparat) bedeutend. Ging das Phosphorescenz-Licht durch blaues oder grünes Glas, so wird es geschwächt; durch rothes oder gelbes wird die Wirkung aufgehoben. 350 qcm der phosphorescirenden Platte wirken auf das Selen ebenso stark wie 0,0014 Normalkerzen [4]).

Ueber das Warnerke'sche Phosphorescenz-Photometer s. Cap. IX.

1) Phot. Archiv. 1881. S. 133.
2) Phot. News. 1880. S. 618 und 630.
3) Vidal, Phot. News. 1881. S. 18.
4) Obach. Beibl. Annal. Phys. Chem. 1881. S. 139.

Autoren-Register.

Abilgard 53. 55. 172.
Abney 165. 178. 198. 211. 218. 233. 234. 244. 248. 252. 262. 263. 264. 266. 270. 282. 295. 310. 397. 409. 424. 433. 463. 466. 561.
Acworth 174.
Accum 38.
Adams 419.
Adeney 212. 230. 243
Albers 510.
Albert 145. 277. 490.
Albertus, Magnus 12. 13.
Alchymisten 2. 7.
Alden 528.
Al fabri 13.
Andresen 144.
Anthony 143.
Arago 12. 60. 61.
Araber 13.
Aristoteles 2.
Arche 170.
Archer 143.
Arrhenius 189.
Armstrong 490.
Arnaudon 185.
Artus 6. 93. 172. 173.
Asper 283.
Audra 543.

Babbage 274.
Babo 530. 531.
Baco 13.
Baerwald 166.
Balard 90.
Baltin 496.
Balduin 16. 558.
Bardy 459.
Bater 345.
Battandier 167.
Baudet 196.
Baxendell 320. 334.
Bazin 314.
Beccarius 22. 31.
Becher 11.
Becquerel 1. 146. 149. 156. 160. 163. 171. 172. 188. 191. 198 210. 239. 241. 245. 266. 269. 281. 313. 352. 378. 419. 427. 451. 455. 558. 560.
Beisgen 197.
Bell 156. 418.
Belloc 317.
Benecke 500.
Benett 144.
Berard 151.
Bergel 6.
Bergmann 28. 31. 173.
Bernhardt 408.
Berres 145.
Berthellot 155.
Berthollet 20. 32. 39. 45. 63. 68. 72. 166. 167. 366.
Berzelius 93. 105. 165. 173.
Bestuscheff 15.
Beuviere 145.
Bezzenberger 97.
Bibra 175.
Bichat 189.
Bidwell 197.
Bindheim 41.
Bing 163. 404. 413.
Bischoff 7. 23.
Blair 316.
Blanquard-Evrard 142. 316.
Blondlot 189.
Blunt 166. 167. 179.
Böckmann 49. 53. 80. 155.
Börnstein 188.
Böttger 6. 156. 168. 171. 530.
Boivin 171.
Boisen 436.
Boll 526.
Bolton 144. 171.
Bond 344. 347.
Bonnet 27.
Bontemps 157.
Bontron 105.
Bonvoisin 48.
Bonzius 22. 31.
Borgmann 196.
Borlinetto 152. 165. 527.
Bothamley 251. 357.
Bottone 465.
Boullay 63. 84. 172.
Boulton 60.
Boussingault 101.
Bow 164.
Boyle 13.
Bracconot 94.
Braham 197.
Brandenberg 85.

Brandois 11.
Brande 159. 467. 530.
Brandes 90.
Brandt 496.
Breguet 418.
Brice 428.
Brodie 179.
Brooks 545.
Brothers 489. 547.
Brücke 455.
Brugnatelli 86. 155.
Buchner 83. 104. 152. 164.
Buchholz 55. 66. 78.
Budde 156.
Bunsen 158. 174. 280. 310. 320. 352. 359. 361. 363. 366. 446. 453. 489. 543.
Buonvicino 48.
Burkhardt 93. 173.
Burnett 170. 171. 370. 372. 377.
Burton 318. 346. 409.
Busk 185.
Bussy 170.

Campell 68.
Capron 467.
Carbonell 93.
Carbutt 525.
Carlemann 161.
Caron 539.
Casaseca 90.
Castel 20.
Caventon 85.
Cennio 20.
Chapman 315.
Chaptal 6. 42. 43. 158.
Chardonnet 216. 284.
Charles 60.
Chastaing 151. 161. 162. 164. 170. 171. 172. 179.
Chevalier 112.
Chevreul 58. 105. 163. 164. 171. 173.
Christie 349.
Clarke 528.
Claubry 149.
Clauder 8.
Claudet 142. 263. 316. 353. 383. 433. 445. 468. 556.
Clausius 322.
Cloëz 162.
Cohn 453. 523.
Coindet 84.
Colard 347.
Cole 14.
Constant 317.
Cornu 201. 210. 212. 216. 221. 237. 281. 335.
Corvisart 171.
Cossa 165.
Courtois 83.
Cowley 168.
Cox 545.
Creuzberg 173.
Croke 528.
Crooks 209. 210. 213. 248. 335. 337. 345. 424. 489.
Cros 146. 252.
Crova 280.
Cussons 346.

Daguerre 112. 197. 258. 335. 344. 561.
Darwin 397. 560. 564.
Davanne 175.
Davy 6. 53. 59. 61. 77. 79. 83. 150. 160. 166. 172. 174. 461.
Debenham 318.
Decourdemanche 101.
Delachanal 532.
Delamarre 648. 526. 528.
Delden 521.
Desmartiers 58. 66.
Dewar 212. 230. 281. 283. 423.
Dierbach 9.
Dietzler 142.
Dioscorides 6.
Dizé 44.
Döbereiner 1. 81. 89. 93. 168. 170. 173. 532.
Donné 145. 157.
Donner 6.
Dorthes 44. 158.
Dove 467.
Downes 166. 167. 179. 383.
Draper 42. 149. 151. 153. 155. 156. 163. 166. 170. 181. 205. 207. 210. 239. 241. 262. 267. 350. 355. 361. 363. 377. 462.
Driffield 309.
Drummond 534. 539.
Duboscq 151. 482.
Ducos 252.
Ducoudin 362. 442.
Dufay 19. 31.
Dufour 365.
Duhamel du Monceau 18. 27.
Dujardin 481.
Dulk 96. 172. 173.
Dumas 141. 160. 278.
Dunmore 347.
Dunstan 283.
Durecoell 167.
Dunkiewicz 472.
Dutremble 157.

Ebelmen 171.
Ebermayer 1. 32. 56. 67.
Eckel 473.
Eckling 142.
Edelmann 527.
Eder 2. 144. 147. 149. 152. 153. 161. 163. 165. 166. 168. 169. 170. 171. 172. 174. 177. 178. 182. 187. 198. 211. 212. 236. 237. 239. 243. 248. 254. 271. 278. 319. 346. 356. 378. 457. 492. 554. 562.
Egoroff 188. 423.
Ehrmann 171.
Ellerbeck 436.
Empedockles 2.
Endlicher 140.
Epikur 2.
Erdmann 157.
Ettingshausen 140. 141.
Eudoxia 7. 15.
Euler 64. 65.
Evans 307.

Fabricius 12. 552.
Fabroni 52.
Faraday 157. 489.
Favre 156. 158. 368.
Fehling 171.
Fernbach 6.
Festing 245.
Fiedler 13. 17. 98.
Field 101. 152. 164.
Fileti 179.
Fiarelli 6.
Fischer 1. 50. 64. 81. 90. 173. 174. 175.
Fittig 157.
Fizeau 142 145 201. 263. 454.
Fleury-Hermagis 409.
Fol 283.
Forel 283.
Forrest 345.
Fothergill 143.
Foucault 185. 201. 263. 454.
Fouque 2.
Fourcroy 47. 48.
Fowler 378.
Foxlee 315.
Frank 164.
Frauenstädt 75.
Fraunhofer 206. 210.
Fresnel 78.
Frewing 528.
Frey 156.
Fritsche 157.
Fritz 180.
Fry 143.
Fürstenau 544.
Fulhame 49. 173.
Fyfe 240.

Gaedicke 490. 513. 518.
Gaenslin 314.
Gärtner 485.
Gaffield 157.
Ganz 550.
Garnier 481.
Garneri 353. 400.
Garot 93.
Gattermann 167.
Gaudin 143. 313. 467. 468. 526. 527. 528.
Gaultier 184.
Gautsch 147.
Gay-Lussac 72. 76. 79. 93. 136. 158. 164. 167. 181.
Geber 9.
Gehlen 68. 169. 171. 173.
Geiger 6.
Geissler 10.
Geldmacher 404. 489. 525.
Gerland 168.
Gibbons 169. 179.
Gillard 315.
Gintl 170.
Giobert 71.
Girard 175.
Girtanner 50. 54.
Giroud 360.
Gladstone 455.
Glaicher 402.
Glauber 13. 38.
Glover 143.
Gmelin 1.
Godard 142.
Goerz 444
Goethe 4. 14 73.
Goettling 33. 46. 49.
Good 467
Gothard 192. 220. 229. 345. 351.
Graut 496. 525.
Greene 197. 518.
Gren 49.
Grindl 81.
Griveaux 188.
Grotowsky 162.
Grotthus 86. 170.
Grove 149. 191. 196.
Grovius 14.
Grüne 161. 545.
Grünwald 231.
Grund 6.
Guébhard 502.
Gulliver 526.
Gutzlav 316.
Guy 423.
Guyard 167.
Haack 541.
Haake 540.
Haensch 539.
Hagemann 33. 163.
Hagenbach 559.
Hahnemann 46.
Halle 38.
Hankel 188. 189. 284. 385.
Hardwich 542.
Harff 93.
Harmann 526.
Harmer 345.
Harnecker 541.
Harrison 2. 511.
Hart 496.
Hartley 212. 222. 229. 230. 237. 259. 281. 282. 283.
Hartmann 276. 237.
Hartnup 345.
Harup 55. 59. 172.
Hasselberg 236. 237.
Haugk 315.
Heeren 382.
Hefner-Alteneck 356.
Heid 483.
Heinrich 1. 49. 66. 175.
Helbig 6.
Helcher 10.
Hellenbach 12.
Hellot 19. 38. 62. 173.
Helmholtz 210. 278.
Henderson 346. 565.
Henry 92. 105. 351.
Heraclius 20.
Hermbstädt 53. 72.
Hermes Trimegistos 8.
Herodot 4.
Herschel 55. 70. 87. 146. 163. 164. 169. 170. 172. 210. 239. 241. 246. 262. 267. 352. 361. 382. 446.
Herzberg 285.
Hesekiel 511.
Hess 92.
Heumann 156.
Hindy 318. 475. 522.
Hipparch 2.
Hittdorf 155.
Hodkinson 176.

Hofmann 159.
Hoffmeister 97.
Holetschek 322. 324.
Holmers 346.
Homolatsch 544.
Honickel 404.
Hooper 27.
Horn 1. 57. 317. 350.
Horr 196.
Howels 345.
Hruza 494.
Hübl 195. 251. 291. 477
Hughins 210. 211. 345. 350.
Humboldt 4.
Hume 550.
Hunt 2. 57. 143. 149. 164. 172. 173. 174. 175. 178. 183. 198. 239. 240. 241. 245. 282. 352. 383. 446.
Huntington 237. 282. 283.
Hurter 309.
Husnik 145. 362.
Huyghens 13. 65.

Jaeger 54.
Jahn 63.
Janssen 178. 262. 336. 344. 350. 351. 434.
Jarman 345. 465. 470.
Jesse 351.
Jngenhouss 27.
Jodin 162. 267.
Johansen 173
Jones 344.
Jordan 353. 383. 446.
Juch 51. 173. 181.
Junghans 526.
Junius 6.

Ives 184.

Kallid Raschaidibi 7.
Kalischer 197.
Karsten 1. 149. 196.
Kasteleyn 54.
Kastner 88. 151. 179.
Kayser 163. 198. 206. 231. 237.
Keats 359.
Keim 6.
Kenett 144.
Kenyon 490. 501.
Kepler 13.
Kerner 16.
Kilburn 316.
King 144.
Kircher 7.
Kirwan 30.
Klapproth 33.
Klic 145.
Klimenko 166.
Klinger 160.
Klügel 17.
Knapp 157.
Knirim 101.
Knorr 149. 183.
Konkoly 206. 221. 226 351.
Kopp 9. 168.
Kratochwil 161.
Kries 53.
Krönig 150.
Krone 339. 341. 346. 460.
Krüger 314.
Krüss 173. 259. 280. 285. 356. 484.
Kurz 341. 473.

Laborde 162.
Lagarde 280.
Lallemand 155. 159.
Lamotte 15.
Lamy 183. 400.
Lampadius 103. 104.
Landgrebe 1. 96. 149.
Landerer 105.
Langley 205. 322.
Lanet 405.
Laoureux 187.
Larkin 490.
Lassaigne 240.
Lasteyrie 109.
Laur 190.
Lavoisier 33. 65.
Law 546.
Lea 144. 155. 158. 175. 176. 179. 252. 314. 317. 372. 540.
Leahy 143.
Lecher 336.
Lechner 555.
Leeds 162. 167. 368. 456.
Le Gray 143.
Lellan 460.
Lemercier 163.
Lemery 15. 43.
Lemoin 167.
Lenard 157. 558.
Lenhard 520.
Lerebours 151. 163. 262.
Leroux 55. 525.
Lettellier 165. 172.
Leverkühn 179.
Levitsky 472.
Leval 160.
Lewis 26.
Liebenthal 357.
Liebert 471.
Liebig 95.
Liesegang 171. 318. 401. 482.
Limency 353.
Link 1. 66. 174.
Linnemann 536.
Lipowitz 361. 371. 384.
Listing 202.
Liveing 212. 230. 281. 283.
Lloyd 404.
Löscherer 316.
Loew 161. 167. 168.
Löwig 93. 166.
Lohse 253. 343. 344. 349
Lowe 360.
Lossen 531.
Lucenay 468. 526.
Lumiere 293.

Mac Pherson 163.
Macquer 26.
Maddox 144. 489.
Magnus 6.
Malaguti 281. 383.
Mallet 167.
Malmann 547.
Malone 186.
Malval 402. 436.
Malville 186.
Marchand 150. 153. 172. 267. 280. 323. 339. 352. 361. 370. 372.

Marechal 145.
Marggraf 26.
Mariot 490.
Mariotte 14.
Markham 530.
Marktanner 464. 488. 500.
Marowsky 187.
Martin 140. 142.
Mascart 210. 211.
Maternus 7.
Matteucci 160.
Mather 496.
May 155.
Mayer 24.
M'Dougall 174.
Meisenbach 481.
Meistner 179.
M'Lellan 501. 530.
Melchior 315.
Melloni 156.
Memorsky 455.
Merk 104.
Mermet 532.
Meydenbauer 490. 507. 513. 518. 523.
Meyer 25. 174.
Michalke 292. 308.
Michel 156.
Michelson 201.
Michel Angelo 20.
Miesler 190.
Miethe 490. 507. 513. 518. 523.
Miller 281. 282. 283. 481.
Millon 166. 168.
Minchini 189.
Mischni 423.
Mitscherlich 92. 158.
Moll 554.
Monckhoven 144. 171. 208. 240. 370. 401. 402. 416. 467. 533. 443. 557.
Monckmann 155.
Monheim 166.
Monfort 467.
Montabert 101.
Montagna 394.
Morren 161. 175.
Moschini 162.
Moser 149. 182. 187. 190. 191. 197. 313. 344.
Moule 528.
Mucklow 411.
Müller 281. 282. 283. 515. 522. 523. 531.
Murray 33.

Nadar 451. 489.
Naumann 424.
Nedden 149. 196.
Neuhauss 488.
Neumann 18. 171. 488.
Newcomb 518.
Newton 13. 64. 73. 314.
Ney 497. 498.
Nichols 355.
Nicol 360.
Niepce, Claude 109.
— Isidore 109.
— Nicephore 34. 108. 162. 163.
— de St. Victor 143. 144. 149. 163. 171. 178. 179. 183. 185. 188. 247. 319. 344. 370. 371.
Nodon 190.
Norbert 211.
Norley 467.

Oboch 565
Obermayer 195.
Offort 501.
Ogier 346.
Olivier 424.
Onesicritus 4.
Opoix 31.
Orc 168.
Ost 470.
Ostanes 9.
Osley 544.

Parrot 54. 155.
Pasteur 179.
Paterno 179.
Pechard 169.
Peisson 92.
Pekatores 166.
Pelargi 108.
Pellat 188.
Peligot 157.
Pelletier 85. 173.
Pelouze 93. 157.
Perger 481.
Perntner 323.
Pernety 23.
Petit 15. 43. 158. 471.
Petzval 141.
Pfaff 70. 74. 76. 538.
Philipps 345.
Phipson 168. 169.
Piazzi 489.
Pickering 161. 280. 355.
Pierson 24.
Piffard 512. 518.
Pinaud 191.
Pizzighelli 144. 174. 178. 187. 320.
Plato 2.
Planche 84. 172. 378.
Plinius 5. 156.
Plössl 142. 484. 556.
Poey 399.
Pohl 140. 174. 451.
Poirson 111.
Poitevin 145. 168. 169. 251.
Ponton 51. 145. 168.
Poppe 38.
Popper 166.
Porro 344.
Pretsch 145.
Pringsheim 159.
Pristley 1. 26. 29. 31. 40. 60.
Pritchard 350. 564.
Prokesch 142.
Proust 174.
Prümm 316. 317. 341.

Quidde 316.

Radau 320. 352.
Ranque 502.
Ray 13.
Reaumur 15.
Regnault 143.
Reichardt 341.
Reimann 90.
Reinke 278.
Reisinger 489. 554.
Reynolds 170.

Rhode 6.
Riche 459. 531.
Richter 23. 64. 156.
Riess 197.
Righi 189. 195.
Rigollot 423.
Risner 13.
Ritchié 436.
Ritter 55. 58. 70. 150. 210.
Roberts 351.
Robinson 41.
Robiquet 103.
Rochas 11.
Rochette 6.
Rodriguez 481.
Röhmann 518.
Rösner 24.
Roger 467.
Roggerson 197.
Rolls 417.
Roloff 197.
Rombout 524.
Ronzelen 473.
Rood 191. 285. 467
Roscoë 156. 158. 174. 279. 310. 320. 333. 339 352 353. 359. 361. 387. 446. 453. 489.
Rose 92.
Rosenfeld 161.
Roth 400.
Roussin 170. 171. 382.
Roux 6. 101.
Rowland 207. 231. 237.
Rüdorff 358.
Ruhland 78. 80.
Rumford 38. 50. 59. 173. 181.
Runge 207. 230. 237.
Russel 143.
Rutherford 207. 345.

Sage 63. 66. 156.
Sahler 175.
Saint Florent 146.
Sakurae 163.
Sale 417.
Sarasin 283.
Saussure 44. 166. 366.
Sawyer 352. 408.
Sayce 144.
Scanlan 173.
Schall 384.
Schafheutel 6.
Scharroc 14.
Scheele 28. 40. 167. 210
Scheiner 348.
Scheuchzer 21.
Schilling 352.
Schirm 503. 507. 520. 522.
Schlegel 565.
Schmiederer 8.
Schmid 171. 539.
Schnauss 169. 177. 191. 527. 530. 563.
Schneider 172.
Schönbein 160.
Schöne 210.
Schönn 282. 283.
Schoras 170. 171.
Schönlein 160. 170. 171.
Schopenhauer 75.
Schramm 160.
Schrank 163.
Schrötter 155. 156. 159. 455 562.
Schübler 101. 164.
Schützenberger 158.
Schultner 140.
Schultz-Sellack 153. 157. 161 174 178. 211. 247. 292. 314. 347.
Schulze 16. 59. 62. 173. 285.
Schumann 155. 198. 212. 213. 214 221. 222. 223. 226. 229. 237. 248. 252. 281. 432. 547.
Schunk 165.
Schweigger 85.
Schweinsberg 168.
Scolik 547.
Scotellari 315.
Scott 543.
Seco 543.
Seebeck 73. 143. 155. 158. 159. 167. 172. 246. 526. 558.
Seekamp 171.
Secchi 344.
Seifert 424.
Sell 451. 532.
Senebier 27. 35. 44. 62. 145. 162. 163. 174. 179. 210.
Senefelder 109.
Senteck 544.
Serullas 93. 102.
Sestini 179.
Sheldrake 58.
Sidot 168.
Sieben 195.
Siemens 155. 356. 417.
Silbermann 158. 368.
Silliman 191. 467.
Silva 380.
Simpson 345.
Simony 337.
Sinsel 510.
Slater 172.
Slingsby 522.
Smith 369. 489.
Soleil 441.
Sommerville 164.
Soret 283.
Spencer 161. 409.
Spies 11.
Spiller 168. 174. 402. 531.
Spitaler 322. 330. 333 345. 351.
Splittberger 157.
Sprengel 102.
Spurge 411.
Staats 177.
Städeler 166.
Stagel 473.
Stebbing 459.
Stetonowsky 408. 409.
Steffens 84.
Stein 199. 352. 451. 464. 488. 550.
Steinheil 142. 160
Stelling 339. 397.
Sternfeld 409.
Stokes 211.
Stolltow 189.
Stolze 288. 304. 317. 435.
Storer 284.

Stromeyer 93.
Suckow 1. 91. 94. 152. 170. 172.
Sueck 169.
Sutherland 151.
Swan 163. 403. 405. 465.
Swindern 69. 162. 164.
Symons 341.

Talbot 141. 168. 174. 178. 240. 467.
Taupenot 143.
Taylor 410. 414. 490. 526.
Tessier 27. 145. 557.
Testelin 187.
Thenard 72. 76. 79. 158. 164. 167. 168. 181. 186.
Theophrast 3.
Thiele 349.
Thorpe 335. 353.
Thouret 483.
Tiphaine 24.
Tommasi 163. 197.
Torosiewicz 100. 162.
Toth 144. 163.
Trommsdorff 48. 54. 104.
Trouvelot 195.
Tyndall 179.

Valenta 170.
Van der Weyde 470. 525.
Van Tenac 557.
Vasalli 47. 344. 450.
Vauquelin 51. 145.
Vidal 182. 274. 318. 361. 415. 418. 424. 436. 565.
Vierordt 203. 274. 280. 355. 451. 456.
Villoison 7.
Vincent 564.
Violle 355.
Vitruvius 4 156.
Vogel, A. 71. 79 80. 155. 161. 162. 164. 169. 170. 171. 175. 279. 562.
Vogel, H. C. 253. 349.
Vogel, H. W. 147. 153. 166. 168. 171. 173. 174. 175. 177. 178. 187. 198. 211. 217. 237. 242. 247. 251. 271. 274. 336. 352. 402. 405. 451. 455. 473. 489. 497. 524.
Voigtländer 142.
Volkmer 480. 481.
Volpicelli 190.
Vossius 14.

Waat 60.
Wächter 435.
Wagner 537.
Waibl 142.
Waidele 149. 182.
Wallerius 26.
Walter 6.
Warner 162.
Warnerke 306. 352. 360. 375. 407. 424. 428. 559. 563.
Warren de la Rue 344. 347. 350.
Wartmann 151.
Waterhouse 231. 264.
Watkins 437.
Way 466. 480.
Wedgewood 59. 60. 174.
Weiler 173.
Weingartshofer 142.
Weiss 56.
Weissenborn 408.
Welmann 27.
Wenzel 33.
Werge 315.
Wetzlar 91. 174.
Weyde 470. 525.
Whipple 344. 348. 350.
Wicke 168.
Wiedemann 174. 558.
Wiegleb 6. 7. 37.
Wiegmann 6.
Wiener 152.
Wiesner 165. 179.
Wigham 546.
Wild 336.
Wilson 164.
Windstanly 531.
Winter 483.
Witting 88.
Wittstein 175. 179.
Wittwer 166. 366. 367.
Wöhler 161. 162.
Wolf 157. 558.
Wollaston 58. 78. 150. 163. 210.
Woodbury 403. 480. 561.
Woods 370.
Wortley 315. 324. 428.
Wright 174. 385. 400.
Wünsche 70.
Wulff 526.
Wyler 315.

Young 65. 78. 199. 345.

Zakrzewski 160.
Zaleto 8.
Zantedeschi 152.
Zeiss 487.
Zenger 565.
Zenker 146. 153.
Zettnow 155.
Ziegler 26.
Zier 103. 162.
Zimmermann 89.
Zöllner 424. 453.

Sach-Register.

Absorption, Gesetze der 153. 154. 259.
— des Lichtes 199. 237.
— in organischen Substanzen 237.
— in farblosen Medien 237. 281.
— in der Atmosphäre 321. 335.
— und Farbenempfindlichkeit der Platten 154. 251. 258.
Achat im Lichte 157.
Achromatismus, Geschichte 70.
Ackererde im Licht 102.
Actinismus 150.
Actine 361.
Actinometer 39. 44. 320. 352.
Actinograph 353.
Aether, Oxydation im Licht 162.
— -Sauerstofflicht 542.
Albuminpapier, Einführung 143.
Alcannaroth 35. 165.
Alchymie 2.
Aldehyd, Lichtempfindlichkeit 162.
Alkalischer Pyro-Entwickler 143.
Allyljodid, Lichtempfindlichkeit 179.
Aloë, Lichtempfindlichkeit 52.
Aluminiumlicht 534.
Ammoniak, Räucherung der Negativplatten 143.
Amylacetat-Lampen 292. 355.
Amylnitrit, Lichtempfindlichkeit 179.
Anfangswirkung des Lichtes 291.
Anilinfarben, Lichtempfindlichkeit 165.
Anthracen im Lichte 157.
Antimon-Verbindungen, Lichtempfindlichkeit 168.
Antitypie 352.
Apochromate 287.
Arsenverbindungen, Lichtempfindlichkeit 63. 67. 100. 161.
Asphalt 111. 113. 118. 163.
Astronomische Photographie 343.
Ateliers bei elektrischem Lichte 468.
— bei künstlichem Lichte s. dieses.

Barytsalze im Blitzlicht 519.
Barytgläser 284.
Bengalisches Weissfeuer 76. 526.
Benzol im Lichte 162.
Berberin 104.
Berberitzenholz 70.
Bergkrystall, Photo-Elektricität 189.
— s. Quarz.
Berlinerblau, Lichtempfindlichkeit 20. 23. 58. 108.
— = Preussisch Blau.
Berührungsbilder 182.
Beugungs-Erscheinungen 151. 198. 230.
Bittermandelöl, Lichtempfindlichkeit 162.
Blattgrün 13. 27. 35. 69. 85. 164. 278.
Blauholz 54.
Blausäure 100.
Bleichen von Leinwand, Seide, Elfenbein etc. 21. 35. 46. 70. 72. 164.
Blei-Verbindungen im Lichte 77. 160. 171.
Blitzlicht 492. 502. 513.
Blitzpulver 514.
Blumenfarbstoffe 35. 164.
Blutlaugensalz, Lichtempfindlichkeit 39. 67. 170.
Brasilienholz 23. 77.
Bromsilber 90. 174. 241. 300.
— im Spectrum 241. 300.

Bromsaures Silber 90.
Bromwasser 166.
Büchsenphotometer 401.

Calomel = Quecksilberchlorür.
Campecheholz 77.
Campfer im Lichte 44.
Carcellampe 359.
Carmin, Lichtempfindlichkeit 20. 165.
Chemische Wirkungen des Lichtes 149.
Chininsalze, Lichtempfindlichkeit 179.
— Absorption gegen Ultraviolett 272.
Chinon im Lichte 162.
Chlor, Lichtempfindlichkeit 156.
— Einwirkung auf organische Substanzen im Lichte 72. 73. 79. 88. 102. 160. 362.
Chlorkalk, Lichtempfindlichkeit 81. 168.
Chlorknallgas 72. 75. 158.
— als Photometer 362.
Chlorkohlenoxyd 73. 79. 362.
Chlorophyll s. Blattgrün.
Chlorsaures Kali bei Magnesiumblitzlicht 513.
— — bei Feuerwerkssätzen 527.
Chlorsilber, Verhalten gegen das Spectrum 28. 245.
— Entdeckung der Lichtempfindlichkeit 22. 28.
Chlorsilberemulsion 143.
— im Spectrum 247. 301.
Chlorsilberpapier im Photometer 141. 384. 400.
Chlorsilberzersetzung im Lichte 12. 22. 29. 36. 40. 47. 64. 81. 88. 96. 111. 174. 245.
Chlorstickstoff 167.
Chlorwasser 39. 100. 166.
— als Photometer 366.
Chromate, Entdeckung der Lichtempfindlichkeit 51. 94. 169.
— Wirkung des Spectrums 266.
Chromchloridlicht 533.
Chromsaures Kali, Entdeckung der Lichtempfindlichkeit 94.
Collodion-Verfahren, Geschichte 143.
— -Platten, Verhalten gegen das Spectrum 239.
Copiren bei elektrischem Licht 467. 480.
Copiren bei Magnesiumlicht 524.
Copir-Photometer 427.
Curcuma, Lichtempfindlichkeit 77. 105. 164.

Daguerreotypie s. Daguerre, ferner 108. 119. 141.
— Verhalten gegen das Spectrum 239.
Dampfcondensation im Lichte 44.
Dichte der Negative im Zusammenhang mit der Lichtwirkung 295.
Diffractionsspectrum 205. 230.
Dippel's Oel 66. 69. 100. 113. 162.
Dispersion 198.
Drachenblut, Lichtempfindlichkeit 6. 20. 35.
Druckbilder 182.
Dunkelkammerfenster 271.
Dynactinometer 353.

Eis, Durchsichtigkeit für chemische Strahlen 283.
Eisenchlorid, Lichtempfindlichkeit in alkoholischer und ätherischer Lösung 15. 33. 68. 70. 80. 110.
Eisenoxyd, oxalsaures 93.
Eisenoxydation im Lichte 78.
Eisenrhodanid 87.
Eisensalmiak 54.
Eisenverbindungen im Lichte 161. 169.
— im Spectrum 266. 375.
— als Photometer 370.
Elektricität und Licht 86. 149. 188. 461.
Elektrographie 196.
Elektrische Photometer 417.
Elfenbein 35.
Empfindlichkeitsmesser siehe Photometer, Actinometer und Sensitometer.
Empfindlichkeit, relative, verschiedener Silberverbindungen gegen verschiedene Lichtquellen 456.
Emulsion, Geschichte 143.
Expositionsmesser 437.
Expositionszeit-Bestimmung 435.
Extinctionscoëfficient 153.

Farben im Spectrum 202.
— Photographie in 73. 146. 176.
Farbenlehre Goethe's 73.
Farbenveränderungen im Lichte 4. 6. 20. 22. 33. 31. 46. 48. 69. 101. 164. 180.

Farbiges Licht, Wirkungen desselben 30. 36. 67. 73. 75. 76. 83. 96. 150. 189. 238
— — Wirkung in der Photoelektricität 419. 422.
— Glas 268.
— Gegenstände, Reproduction von 273.
Farbstoffe als Sensibilisatoren 154. 189. 251.
Fehling'sche Lösung, Lichtempfindlichkeit 171.
Fernambukholz 26. 54.
Ferridcyankalium s. Blutlaugensalz.
Ferridsalze s. Eisenverbindungen.
Fette Lichtempfindlichkeit 71. 103. 163.
Firniss, Lichtempfindlichkeit 97. 162.
Fixiren der Photographien, Entdeckung 61. 87. 96.
Fixirnatron, Entdeckung des 87.
— im Licht 161.
Flintglas, Verhalten gegen das Spectrum 212.
Flussspath, Photoelektricität 189.
— -Linsen 213.
Fraunhofer'sche Linien 204.

Gallo-Silbernitrat 141.
Galvanischer Flammenbogen s. elektrisches Licht.
Galvanismus und Licht s. Photoelektricität.
Gas-Glühlicht 547. 554.
Gaslicht in der Photographie 359. 543. 547. 556.
Geissler'sche Röhren 237.
Gelatine, Absorption für Ultraviolett 284.
— Phosphorescenz 187.
— -Emulsion 143.
— — im Spectrum 243. 247.
Gelbes Glas, Absorptionsspectrum 270.
Gelbholz 35.
Gelbe Lichtfilter für orthochromatische Platten 273.
Gemälde-Reproduction 275.
Geschichte der Photographie 2. 108.
Geschwindigkeit des Lichtes 201.
— der Verbrennung des Magnesiumblitzlichtes 492.
— der Anfangswirkung bei photographischen Processen 291.
Gitterspectrum 205.
Glas, Veränderung im Lichte 157.
— Absorption gegen Licht 212. 284.
— farbiges 268.
Glühlicht, elektrisches 462.
— Gas- 547. 554.
Goldsalze im Lichte 11. 29. 49. 173.
Gradation der Negative 296.
Graphitsäure, Lichtempfindlichkeit 179.
Guajac-Harz 33. 67. 78. 111.
Gummi gutti 21.
Gummi-Lack, Lichtempfindlichkeit 20. 35.
Gyphantie 23.

Hämatoxylin, Lichtempfindlichkeit 179.
Harze, Lichtempfindlichkeit 33. 34. 35. 163.
Hauchbilder 182.
Heliograph 353.
Heliographie, Geschichte der 108. 145.
Helligkeit, chemische und optische 200. 203. 271. 279.
Helligkeitswerth der Farben 279.
Hilfsbelichtung 318.
Himmelsphotographie 347.
Hölzer, Lichtempfindlichkeit 34. 163. 164.
Hornsilber = Chlorsilber.
Hyacinth, Lichtempfindlichkeit 156.
Hyalithgläser 100.
Hyposulfit s. Fixirnatron.

Jahreszeiten, Einfluss auf die Lichtintensität 321.
Indigo, Lichtempfindlichkeit 6. 20. 48. 105.
Induction, photochemische 291.
Infraroth 74. 244.
Interferenzerscheinungen 65. 151.
Interieuraufnahmen bei Magnesiumlicht 522.
Intensität des Lichtes bei verschiedener Witterung 77.
— — und die Sonnenhöhe 78.
— des photographischen Bildes und Dauer der Lichtwirkung 290.
Jod, Entdeckung 83.
— und ölbildendes Gas 88.
Jodsalze, Lichtempfindlichkeit 167. 369.
Jodsilber 83. 119.
— mechanische Veränderung im Lichte 157. 175.
Jodstickstoff 167.
Jodwasser 166.

Jodwasserstoff 167. 366.
Iridiumsalze 94.
Judenpech s. Asphalt.

Kalklicht 534.
Kalkspath im Spectralapparat 212.
Kautschuk, Lichtempfindlichkeit 19.
Kerzenlicht in der Photographie 358. 543.
Klima und Licht 320.
Knallgasgebläse 534.
Kobaltglas 270. 272.
Kohlenoxyd und Chlor 73. 79.
Kohlenoxydflamme als Normallicht 359.
Kreosot im Lichte 162.
Krystallisation, Einfluss des Lichtes auf 14. 42. 68. 78. 80. 158.
Kupfersalz, Lichtempfindlichkeit 161. 171.
Kupferverbindungen im Lichte 70. 161. 171.
Kupfer, oxalsaures 80.
Kupferchlorid, Entdeckung der Lichtempfindlichkeit 68 80.

Lackmus, Lichtempfindlichkeit 46. 164.
Leinölfirniss, Lichtempfindlichkeit 162.
Leuchtgasflamme 359. 543. 547. 556.
Licht, Theorie desselben 52. 64. 78.
— Wellenlänge 201.
— Geschwindigkeit 201.
— künstliches 47. 76. 451.
— bengalisches 76.
— Vertheilung desselben auf der Erdoberfläche 330.
— Abhängigkeit von meteorolog. Verhältnissen 324.
— Vergleichung der optischen und chemischen Helligkeit 451.
— -Meter 359.
— -Humboldtit 94.
— -Intensität und photogr. Wirkung 290.
— -Empfindlichkeit verschiedener phot. Processe 293.
Ligroïngas-Glühlicht 554.
Lucimeter 353.
Luftspiegelung, Photographie einer 341.
Luna cornea = Chlorsilber, Hornsilber.
Luxograph 528.
Lycopodium im Blitzlicht 515.

Magie und Photochemie 37.
Magnesia-Knallgas-Licht 539.
Magnesium-Licht 451. 454. 488.
— Geschichte des 489.
— -Blitzlicht 492. 502.
— -Band 488.
— -Pulver 490. 502.
— -Lampen 497.
— -Explosivpulver 513.
— und Sauerstoff 501. 512.
— als Normallicht 360.
Magnetismus und Photographie 197.
Malerfarben, Lichtempfindlichkeit 4 6. 20. 22. 23. 36.
Mangansalze, Lichtempfindlichkeit 85. 93. 110.
Metalle, Oxydation im Lichte 160.
Meteorologie des Lichtes 320.
— und Photometrie 446.
Meter-Kerzen 453.
Methyljodid 163.
Mikrophotographie 61.
Molybdänsäure, Lichtempfindlichkeit 54. 169.
Molecularveränderungen im Lichte 155.
Mondlicht 47. 343. 353. 419.
Morphin als Sensibilisator 253.

Nachbelichtung 313.
Nacht-Ateliers 408. 519. 546.
Natriumlicht 390. 399.
Nebel, Einfluss auf die Intensität des Lichtes 338.
Nebenbelichtung 313.
Negative Wirkung des Lichtes s. Solarisation.
Nicotin 105.
Nitrocuminsäure 179.
Nitroprussidnatrium 170.
Normal-Licht für Photometrie 354.
— -Kerze 358.
— -Lampe s. Amylacetat-Lampe.
— -Farbe für Photometer 361. 433.

Objective, Geschichte 142.
— Prüfung auf Lichtkraft 445.
Oele, Lichtempfindlichkeit 35. 45. 58. 63. 103. 162.

Optische Sensibilisatoren 154. 251.
— und chemische Leuchtkraft 273.
Organische Substanzen und Licht 56. 101.
Orleans 48. 101. 105.
Orseille 52. 105.
Orthochromatische Photographie 276.
— Platten bei Lampenlicht 547.
— Blitzlicht 524.
Oxalsäure, Lichtempfindlichkeit 28. 31. 179.
Oxalsaure Verbindungen als Photometer 370. 382.
Oxalsaures Eisenoxyd 93.
— Quecksilberoxyd 93 (s. ferner Quecksilber).
— Silber 29 (s. ferner Silber).
— Kupfer 80.
Oxydation im Lichte 160.

Palmöl 103.
Papier, Vergilben im Lichte 179.
— -Photometer 383.
— mit Silbernitrat 19. 59.
Petroleum, Lichtempfindlichkeit 158. 162.
— -Lampen 543.
— und Sauerstoff 556.
Pflanzen im Lichte 3. 101. 105.
Phekol im Lichte 162.
Phenanthrachinon 160.
Phosphor, Lichtempfindlichkeit 53. 79. 105. 111. 155.
— -Verbindungen 168.
— Licht von brennendem 530.
— und Salpeter 530.
Phosphorescenz-Licht 360. 557.
— -Photometer 424.
Phosphorographie.
Photantitypimeter 352. 372.
Photen 157.
Photergimeter 353.
Photobromid 176.
Photochemie 149.
Photochlorid des Silbers 176.
Photochromie 146.
Photo-Elektricität 188. 420.
Photogalvanographie 146.
Photogène 143.
Photographie bei künstlichem Licht 451.
— in natürlichen Farben 73. 146.
Photographometer 433.
Photometrie, chemische 39. 44. 352.
Photophon 156.
Pinakoskop 550.
Platinchlorid, Lichtempfindlichkeit 89. 93. 101.
Platinsalze, Lichtempfindlichkeit 173.
Polarisation 151. 200.
Polymerisation im Lichte 157.
Prismatisches Spectrum 203.
Projectionsapparat mit elektrischem Lichte 482.
Purpurfarbstoff 6. 7. 14. 18. 165.
Purpursäure 86.
Pyrogallussäure, Entdeckung 94. 142.

Quarzprismen und Linsen 209. 287.
Quecksilber-Verbindungen, Lichtempfindlichkeit 173.
— als Photometer 378.
— in der Daguerreotypie 125.
— chlorür, Entdeckung der Lichtempfindlichkeit 18.
— sulfat 25. 48.
— chlorid, Entdeckung der Lichtempfindlichkeit 32. 63. 80. 172.
— oxyd 29. 53. 55. 96.
— oxydul 77. 160.
— -Ammoniak-Verbindungen 46. 47.
— bromid 93. 173.
— weinsaures 93.
— oxalsaures etc. 28. 93.
— citronensaures 93.
— jodür 100.
— jodid 161.
— sulfid 156.

Radiometer 424.
Realgar 63. 66. 156.
Rhodaneisen 87.
Rhodansilber 86.
Röhrenphotometer 410.
Rothes Licht in der Camera 314.
— Glas, Absorptionsspectrum 270. 272.
Rothspiessglanzerz 95. 156.

Safflor 77. 105.
Safran 20. 35.
Salpeter bei Magnesiumlicht 518.
— bei Weissfeuer 527.

Salpeteräther 36.
Salpetersäure, Zersetzung im Lichte 31. 40. 41. 44. 167.
Santonin, Lichtempfiindlichkeit 104.
Sauerstoff bei künstlichem Licht 452. 454.
— -Alkohol-Licht 541.
— -Aether-Licht 542.
— -Leuchtgas-Gebläse 534.
Scalenphotometer 404. 428.
Schmetterlingsfarben 165.
Schüttgelb 23.
Schwärzung, photographische 285. 291.
Schwefel bei künstlichem Licht 530.
— -Verbindungen im Lichte 155. 161.
— kohlenstoff, Zersetzung im Lichte 168.
— kohlenstoff-Lampe 531.
— ammonium, Lichtempfindlichkeit 81.
— wasserstoff, Lichtempfindlichkeit 161.
Schwefelige Säure, Lichtempfindlichkeit 161.
Sciopticon 547.
Secunden-Meter-Kerze 453.
Selen, Lichtempfindlichkeit 155.
— -Photometer 417.
Sensibilisatoren, optische 154. 251.
— chemische 154. 178.
Sensitometer 407. 427.
Silbernitrat, schwärzt die Haut 12. 13.
— und Seide etc. 49.
— und Kreide 16.
— und Gummi etc. 90.
— als sympathetische Tinte 19.
— auf Papier, Leinwand etc. 19. 59.
— -Lösung, Lichtempfindlichkeit 88. 89.
— -Löslichkeit in Alkohol 33.
— oxalsaures 28. 31. 179.
— schwefelsaures 28.
— oxyd 29. 96. 173.
— chromsaures 51.
— citronensaures 52. 179.
— kohlensaures 53. 66. 179.
— albuminat 81.
— ammoniakalisches 92.
— salpetrigsaures 92.
— phosphorsaures 179.
— pyrophosphorsaures 92.
— überchlorsaures 93.
— milchsaures 93.
— weinsaures 179.
Silbernitrat-Verbindungen, allgemeines über deren Lichtempfindlichkeit 173. 179.
— oxychlorid 41.
— subchlorid 91.
Silhouetten 60.
Solarisations-Erscheinungen 178. 261. 309.
Sonnenspectrum 198. 262 (s. ferner Spectrum).
— -Photographie 343.
Spectrum, allgemeines 203.
— Wirkung auf Chlorsilber 29. 55. 58. 73.
— „ „ Bromsilber 238. 241.
— „ „ Jodsilber 238.
— „ „ Silbernitrat 238.
— Allgemeines über dessen chemische Wirkungen 79. 180. 300.
— verschiedener Lichtquellen 355.
Spectrograph 208.
Spiegel 288.
Steinkohlenpech, Lichtempfindlichkeit 163.
Stickoxyd-Schwefelkohlenstoff-Licht 531.
Strontium im Blitzlicht 518.

Tageslicht, Schwankungen d. Helligkeit 324.
Tannin, Lichtempfindlichkeit 162.
— als Sensibilisator 251.
Temperatur, Einfluss auf die Lichtwirkung 181. 387.
— s. ferner „Wärme".
Terpentinöl, Lichtempfindlichkeit 6. 162.
Tithonometer 363.
Thallium-Licht 280.
Thermographie 183.
Transparenz der Negative 300.

Ueberchlorsaures Kali im Magnesiumblitzlicht 515.
Ueberfangglas 272.
Ultraviolettes Licht 54. 58. 65. 74. 205. 236. 240.
Ultraroth s. Tafraroth.
Unterchlorigsaure Salze im Lichte 81.
Unterschwefligsaures Natron s. Fixirnatron.
Uransalze, Lichtempfindlichkeit 68. 171.
— als Photometer 370.

Vanadin-Verbindungen, Lichtempfindlichkeit 169.

Vergrösserungen bei electrischem Lichte 482.
— bei Gaslicht 547.
— bei Magnesiumlicht 499.
Versilberung, Einfluss des Lichtes auf die 158.
Vibrotypie 341.
Virylbromür 157.
Vorbelichtung 313.

Wachs, Bleichen desselben 35.
Wärme und Lichtwirkung 30. 51. 54. 55. 59. 64. 70. 73. 77. 181. 289.
Wallnussextract im Lichte 162.
Wasser, Absorption des Lichtes im 283.
Wasserstoffsuperoxyd 166.
Weissfeuer, bengalisches 526.
Wismuth, Lichtempfindlichkeit 172.
Wolken, Einfluss auf die Helligkeit 338.

Zerstäuben fester Körper im Lichte 157.
Zeitdauer der Verbrennung von Blitzlicht 493.
Zinkoxyd, Lichtempfindlichkeit 66. 168.
Zink-Licht 525.
— äthyllicht 525.
Zinnober, Lichtempfindlichkeit 4. 20. 23. 156.
Zirkonlicht 536.

Druckfehler-Berichtigung.

Auf Seite 143, Zeile 17 von oben, soll es heissen: „Regnault bezeichnete 1851 . . .“ statt „1850“.

Auf Seite 143, Zeile 13 von oben, soll es heissen: „ . . . ihm verdankt man auch 1850 . . .“ statt „1848“.

Auf Seite 168, Zeile 14 von unten, soll es heissen: „ . . . gewisse „Zinkverbindungen“ statt „Silbersalze“.

Ausführliches Handbuch

der

PHOTOGRAPHIE

von

Dr. Josef Maria Eder,

kaiserlich königlicher Director der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien, Docent an der k. k. technischen Hochschule in Wien, Mitglied der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch deutschen Akademie der Naturforscher, Ehrenmitglied der Association Belge de Photographie, des Vereins zur Förderung der Photographie in Berlin, des Photographischen Vereines in Berlin, in Wien, in Frankfurt a. M., der Photographic Society of Great Britain, des Photographic Club in London, der London and Provinzial Photographic Association, der deutschen Gesellschaft von Freunden der Photographie in Berlin, des Vereines photographischer Mitarbeiter in Wien, des Club der Amateurphotographen in Graz, der Société Photographique du Sud-Ouest in Angoulême, der Society of Amateur Photographers of New-York, dem Dansk Photographisk Forening in Kopenhagen, Inhaber der Goldenen Medaille der Photographischen Gesellschaft in Wien, der Erzherzogin Maria Theresia-Medaille, der gold. Daguerre-Medaille des Club der Amateur-Photographen in Wien, des ersten Preises bei der Internationalen Photographischen Ausstellung in Wien etc.

Erster Theil. — Erste Hälfte.

Zweite Auflage.

Mit 209 Holzschnitten, 6 Tafeln und 4 Heliogravuren.

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

1891.

Alle Rechte vorbehalten.

Inhalts-Verzeichniss.

Geschichte der Photochemie und Photographie bis in die Gegenwart.

Erstes Capitel.

Seite

Geschichte der Photochemie vom Alterthume bis zu Daguerre im Jahre 1839 1

Von Aristoteles (4. Jahrhundert v. Chr.) bis zu den Alchymisten. S. 2. — Die neueren Naturforscher bis Beccarius und Bonzius (1757), nebst einem Excurse über den damaligen Stand der Kenntnisse von der Unbeständigkeit der Farben. S. 13. — Von der Gyphantie (1761) bis zu Scheele (1777). S. 23. — Von Priestley (1777) bis Senebier (1782), nebst einem Excurse über die damalige Verwendung lichtempfindlicher Verbindungen in der Magie. S 30. — Von Scopoli (1783) bis Rumford (1798). S. 39. — Von Vauquelin (1798) bis Davy (1802). S. 51 — Studien von Sage (1803), Link und Heinrich über die Natur des Lichtes (1804—1808) bis zu Gay-Lussac und Thenard (1810). S. 63. — Entdeckung der Photographie in natürlichen Farben durch Seebeck (1810) bis zur Bekanntmachung der Daguerreotypie (1839). S. 73. — Specielle Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes auf organische Verbindungen. S. 101.

Zweites Capitel.

Die Erfindung der Heliographie und der Daguerreotypie durch Nicéphore Niepce und Daguerre 108

Geschichte der Arbeiten Nicéphore Niepce's von 1813 bis zur Vereinigung mit Daguerre (1829). S. 108. — Notarieller Vertrag zwischen beiden und Erfindung der ersten heliographischen Asphalt-Methode. Mittheilung sämmtlicher Originalverträge zwischen Niepce (Vater und Sohn) und Daguerre. S. 115 — Die Daguerreotypie vor der französischen Deputirtenkammer; Mittheilung der Gesetzentwürfe und des Gutachtens der Commission über Daguerre und Niepce's Erfindung. S. 126. — Ueberblick der Fortschritte der Photographie bis in die neueste Zeit. S. 141.

Die chemischen Wirkungen des Lichtes (Photochemie), Spectralphotographie, die Photographie im Zusammenhang mit klimatischen Verhältnissen und die Actinometrie.

Drittes Capitel.

Seite

Chemische Wirkungen des Lichtes und dessen Beziehungen zu Wärme und Elektricität 149

Allgemeines. S. 150. — Durch Licht bewirkte Veränderungen des Molecularzustandes. S. 155. — Durch Licht bewirkte Verbindungen. S. 158. — Durch Licht bewirkte Zersetzungen. S. 166. — Zusammenhang von Licht und Wärme und abnorme Druck- und Lichtwirkungen. S. 181. — Moser'sche Lichtbilder. S. 182. — Einfluss des mechanischen Druckes auf lichtempfindliche Schichten. S. 183. — Thermographien (Wärmebilder). S. 183. — Niepce's neue Lichtwirkung. S. 184. — Uebertragung der Lichtbilder durch Berührung. S. 187. — Zusammenhang von Licht und Elektricität. S. 188. — Wirkung des Lichtes auf das Capillar-Elektrometer. S. 190. — Wirkung des Lichtes auf das Elektroscop. S. 190. — Wirkung der Elektricität auf photographische Schichten. S. 191. — Elektrographie. S. 196. — Versuche, die Empfindlichkeit der photographischen Platten durch Elektrisiren zu steigern. S. 197. — Einfluss des Magnetismus auf photographische Platten. S. 197.

Viertes Capitel.

Das Sonnenspectrum und dessen chemische Wirkungen 198

Allgemeines über das Licht und das Spectrum. S. 198. — Geschwindigkeit des Lichtes. S. 201. — Helligkeit der einzelnen Bezirke des Sonnenspectrums. S. 202. — Vertheilung der Farben im Sonnenspectrum. S. 202. — Das prismatische Spectrum. S. 203. — Das Diffractionsspectrum. S. 205. — Methode der spectrographischen Untersuchung. S. 208. — Der vom Verfasser benutzte Glas-Spectrograph. S. 214. — Beschreibung des vom Verfasser verwendeten Quarz-Spectrographen. S. 221. — Das Arbeitszimmer. S. 224. — Behandlung der photographischen Platten. S. 224. — Der Ausmessapparat. S. 226. — Das Vergleichsspectrum mit dem zu untersuchenden Spectrum. S. 228. — Das Bezugsspectrum. S. 230. — Spectrograph mittels Diffractionsgitter. S. 234. — Anwendung der Spectralphotographie. S. 236. — Wirkung der farbigen Strahlen auf Silbersalze. S. 238. — Papier mit Silbernitrat getränkt. S. 238. — Verhalten des Jodsilbers gegen das Sonnenspectrum. S. 239. — Wirkung auf Bromsilber. S. 241. — Photographie der infrarothen Strahlen auf Bromsilberplatten. S. 244. — Wirkung auf Chlorsilber. S. 245. — Gemenge von Chlor-, Brom- und Jodsilber. S. 247. — Wirkung von Sensibilisatoren und Farbstoffen auf die Farbenempfindlichkeit photographischer Schichten. S. 250. — Sensibilisirende Farbstoffe beim photographischen Collodionverfahren. S. 251. — Die Wirkung der Farbstoffe als Sensibilisatoren auf Bromsilbergelatine. S. 254. — Photochemische Erscheinungen und die Undulationstheorie des Lichtes. S. 258. — Solarisationserscheinungen im Spectrum. S. 258. — Das Verhalten einiger anderer photographisch wirkender Verbindungen im Spectrum. S. 266. — Bedeutung der spectrographischen Untersuchungen für die Photographie. S. 267.

Fünftes Capitel.

Seite

Wirkung von Farbstoffen und farblosen Medien in Bezug auf die Photographie 269

Wirkung von farbigen Gläsern und Farbstoffen. S. 269. — Ursachen der Verschiedenheit zwischen optischer und chemischer Leuchtkraft. Helligkeitswerth der Farben. S. 279. — Absorption der actinischen Strahlen durch farblose Medien. S. 281. — Absorption von actinischen Strahlen durch Glas etc. und deren Zusammenhang mit der Photographie. S. 284. — Verlust an Licht bei der Reflexion desselben von einer spiegelnden Glasfläche. S. 288. — Tabelle über den Lichtverlust bei der Reflexion von Spiegeln aus verschiedenem Materiale und jenem in Linsen-Objectiven. S. 288. — Durchlässigkeit verschiedener Stoffe für Wärmestrahlen. S. 289.

Sechstes Capitel.

Lichtempfindlichkeit verschiedener photographischer Präparate. — Nothwendigkeit einer gewissen Anfangswirkung des Lichtes in der Photographie. Vor- und Nachbelichtung 290

Nothwendigkeit einer gewissen Anfangswirkung des Lichtes in der Photographie. Vor- und Nachbelichtung. S. 290. — Nothwendigkeit einer bestimmten Zeitdauer der Lichtwirkung. Photochemische Induction. S. 291. — Lichtempfindlichkeit verschiedener photographischer Präparate. S. 293. — Unregelmässigkeit in den Beziehungen zwischen Dauer der Lichtwirkung und Intensität der photographischen Bilder. S. 295. — Vorbelichtung, Nachbelichtung und Nebenbelichtung. S. 313.

Siebentes Capitel.

Die Photographie im Zusammenhang mit meteorologischen und klimatischen Verhältnissen 320

Verschiedener Gang der chemischen Intensität des Lichtes und der optischen Helligkeit. S. 320. — Abhängigkeit der Lichtintensität von der Sonnenhöhe bei ganz reinem Himmel. S. 321. — Die Vertheilung der chemischen Lichtwirkung. S. 323. — Chemische Intensität des Lichtes für Wien und Orte, welche dieselbe geographische Breite haben, zu verschiedenen Zeiten. S. 324. — Chemische Intensität des blauen Himmelslichtes. S. 325. — Chemische Intensität des directen Sonnenlichtes. S. 327. — Gemeinschaftliche Wirkungen des Sonnen- und Himmelslichtes. S. 328. — Tabelle der chemischen Lichtstärken für Berlin und alle Orte gleicher geographischer Breite. S. 329. — Die Lichtvertheilung auf der Erdoberfläche. S. 330. — Verhältniss der chemischen Intensität des directen Sonnenlichtes zu der des zerstreuten Himmelslichtes. S. 324. — Die Schwankungen der chemischen Lichtintensitäten bei scheinbar klarem Himmel im Laufe eines Tages und Absorption der actinischen Strahlen in der Atmosphäre. S. 325. — Einfluss der Bewölkung auf die chemische Intensität des Tageslichtes. S. 328. — Schwankungen der chemischen Lichtintensitäten im Laufe des Jahres. S. 329. — Abnorme Fälle von Unschärfe durch wallende Bewegung der Atmosphäre. Photographie einer Luftspiegelung. S. 341.

Achtes Capitel.

Seite

Photographie von Sonne, Mond und Sternen 343

Wirkung des directen Sonnen- und Mondlichtes. S. 343. — Photographie von Mondlandschaften. S. 345. — Photographie der Planeten und Fixsterne. S. 347. — Photographie der Nebelflecken, Kometen, Sternschnuppen und leuchtenden Nachtwolken. S. 350.

Neuntes Capitel.

Die Photometrie der chemisch wirksamen Strahlen und die Prüfung der Empfindlichkeit photographischer Präparate 352

Allgemeines über Photometrie. Actinometrie und Normallicht. S. 352. — Synonyme Bezeichnungen. S. 352. — Princip der Actinometrie oder chemischen Photometrie. S. 353. — Normal-Lichtquellen für photometrische Zwecke und zur Bestimmung der Lichtempfindlichkeit photographischer Präparate. S. 354. — Die Violle'sche Lichteinheit und die Amylacetat-Lampe. S. 355. — Die Normalkerze. S. 358. — Bunsen und Roscoë's Normalflamme mit Kohlenoxyd. S. 359. — Leuchtgasflammen als Normallicht. S. 359. — Magnesium als Normallicht. S. 360. — Phosphorescirende Substanzen als Normallicht. S. 360. — Verschiedene Mass-Einheiten der Actinometrie. S. 361. — Versuch, optische Photometer photographisch zu verwerthen. S. 361. — Photometer mit Chlorgas und Wasserstoffgas oder Kohlenoxydgas. S. 362. — Photometer mit Chlorwasser oder Jodwasserstoffsäure. S. 366. — Photometer mit oxalsauren Eisenoxyd- oder Uranoxydsalzen oder analogen Gemischen. S. 370. — Methoden, bei welchen das entweichende Kohlensäuregas gemessen wird. S. 370. — Gewichtsanalytische Bestimmung des zersetzten Eisensalzes. S. 377. — Bestimmung des durch die Lichtwirkung erlittenen Gewichtsverlustes. S. 377. — Das Quecksilber-Oxalat-Photometer. S. 378. — Photometer mit Nitroprussidnatrium sowie Oxalsäure. S. 382. — Photometrie mittels photographischer Papiere. S. 383. — Exposition von gesilberten Papieren bis zur Erreichung einer Normalfärbung. S. 383. — Wissenschaftliche Begründung dieser Methode und ihre Anwendung für die Meteorologie des Lichtes. S. 384. — Büchsenphotometer mit Einer Farbe zu photographischen Copirzwecken. S. 400. — Fehler des Büchsenphotometers. S. 402. — Büchsenphotometer mit mehreren Farbentönen. S. 402. — Scalenphotometer. S. 404. — Röhrenphotometer. S. 410. — Combination der vorhergehenden Methoden. S. 414. — Elektrische Photometer. S. 417. — Das Radiometer. S. 424. — Das Phosphorescenz-Photometer. S. 424. — Photometer zur Bestimmung der richtigen Exposition beim Copiren. S. 427. — Sensitometer. Apparate zur Ermittelung der relativen Empfindlichkeit photographischer Präparate. S. 427. — Anwendung von Scalenphotometern zur Sensitometrie. — Warnerke's Sensitometer. 428. — Sensitometrie von photographischen Platten unter Benutzung eines Normalfarbentones. S. 433. — Claudet's und Janssen's Sensitometer. S. 433. — Stolze's Sensitometer. S. 435. — Bestimmung der Expositionszeit in der Camera mittels Photometer. S. 435. — Photometrische Prüfung von Linsen auf ihre Lichtkraft. S. 445.

Die Photographie bei künstlichem Licht.

Zehntes Capitel.

Seite

Die Photographie bei künstlichem Licht 451

Verschiedene Helligkeit künstlicher Lichtquellen in optischer und photographischer Beziehung. S. 451. — Optische Helligkeit. S. 451. — Verschiedenheit zwischen optischer Helligkeit und photographischer Wirksamkeit. Bestimmung des Beleuchtungswerthes. S. 452. — Vergleichung der chemischen Leuchtkraft oder photographischen Wirksamkeit verschiedener Lichtquellen. S. 456. — Das elektrische Licht in der Photographie. S. 461. — Das elektrische Glühlicht. S. 463 — Das elektrische Bogenlicht. S. 464. — Geschichtliche Notizen über die Verwendung des elektrischen Lichtes in der Photographie. S. 467. — Porträt-Ateliers mit künstlichem Licht (Nacht-Ateliers). S. 468 — Anwendung des elektrischen Lichtes zum Copiren. S. 480. — Verwendung des elektrischen Bogenlichtes zur Mikrophotographie. S. 487. — Das Magnesiumlicht. S. 488. — Geschichtliches S. 489. — Chemische Leuchtkraft und photographische Wirksamkeit der verschiedenen Arten des Magnesiumlichtes. S. 491. — Bestimmung der Verbrennungsdauer von Magnesium-Blitzlicht. S. 492. — Beleuchtung mittels Magnesiumband. S. 495. — Anwendung des Magnesiumlichtes zum Vergrössern von Negativen, sowie in der Mikrophotographie. S. 498. — Beseitigung des Rauches von brennendem Magnesium. S. 500. — Verbrennung von Magnesiumband in Sauerstoff. S. 501. — Magnesium-Blitzlicht mittels Verbrennen von reinem Magnesiumpulver in einer Flamme. S. 502. — Durchblasen von Magnesiumpulver durch eine Flamme mittels des Mundes. S. 502. — Magnesiumblitzlampe. S. 503. — Durchblasen von reinem Magnesiumpulver durch eine Flamme. S. 503. — Eintragung des Magnesiumpulvers in eine Flamme von oben. S. 511. — Verbrennung von Magnesium mittels Sauerstoff. S. 512. — Magnesium-Blitzlicht mittels explosiver Mischungen. S. 512. — Mischungen von Magnesium mit Kaliumchlorat. S. 513. — Mischungen von Magnesiumpulver und Salpeter. S. 518. — Verschiedene andere Arten des Magnesium-Blitzlichtes. S. 518. — Porträt- und Gruppen-Aufnahmen. S. 519. — Interieur-Aufnahmen. S. 522. — Anwendung des Magnesium-Blitzlichtes zu verschiedenen wissenschaftlichen Zwecken. S. 523. — Verwendung des Magnesiumlichtes zum Copiren. S. 524. — Verwendung von Magnesiumlegirungen, Zink und Zinkäthyl zu künstlichem Lichte. S. 525. — Bengalisches Weissfeuer und Verwandtes. S. 526. — Verbrennen von Phosphor und Schwefel. S. 530. — Schwefelkohlenstoff-Stickoxyd-Licht und Verwandtes. S. 531. — Schwefelkohlenstoff-Licht. S. 531. — Chromchlorid-Licht. S. 533. — Aluminiumlicht. S. 534. — Oxy-Hydrogen-Kalklicht und Verwandtes. S. 534. — Kerzen-, Lampen- und Gaslicht. S. 543. — Kerzen, Petroleum, Gas etc. an der Luft verbrennend. S. 543. — Vergrösserungsapparat mit Petroleum-, Gas- oder Gasglühlicht. S. 547. — Petroleum, Gas etc. in Sauerstoff verbrennend. S. 556. — Phosphorescenz-Licht. 557. — Allgemeines über phosphorescirende Substanzen. S. 557. — Phosphorographien. S. 561. — Photographien mittels Phosphorescenz-Licht. S. 561.